

Zur Fossilführung und Genese des Feuerletzens,
der Rät-Lias-Grenzschichten und des unteren Lias
bei Nürnberg

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Dipl.-Geol.
Max Urlichs
aus Worms

Dezember 1965

Universitäts-Buchdruckerei Junge & Sohn
Erlangen 1966

1. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Dehm
2. Berichterstatter: Prof. Dr. A. Maucher
eingereicht am 23. 12. 1965

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 2. 1966

ERLANGER GEOLOGISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgeber:

Prof. Dr. Bruno v. Freyberg

Heft 64

Zur Fossilführung und Genese des Feuerlettings,
der Rät-Lias-Grenzschichten und des unteren Lias
bei Nürnberg

von

Max Urlichs

München

Mit 4 Tafeln und 12 Abbildungen im Text

ERLANGEN 1966

Erlanger geol. Abh.	Heft 64	42 Seiten	Erlangen, 5. 12. 1966
---------------------	---------	-----------	-----------------------



Zur Fossilführung und Genese des Feuerletten, der Rät-Lias-Grenzschichten und des unteren Lias bei Nürnberg

von Max Urlichs*), München

Mit 4 Tafeln und 12 Abbildungen im Text

Inhaltsverzeichnis

A. Zusammenfassung	3	5. Mächtigkeit und Anteil der Sandsteine und Tone im Profil	21
B. Einleitung	5	6. Schüttungsrichtung	25
C. Stratigraphie	5	a) Schrägschichtung	25
I. Feuerletten (Ob. Bunter Keuper = Ob. Mittl. Keuper	5	b) Einregelung der Hölzer	25
1. Geschichtliches	5	7. Zur Frage einer Schichtlücke zwischen Rät- Lias-Grenzschichten und marinem Schwarz- jura	25
2. Mächtigkeit und Grenzziehung	5	8. Fossilführung	27
3. Petrographie	6	9. Altersstellung	27
a) Ton und Tonmergel	6	III. Arietenschichten (Unt. Sinémurien z. T. Ob. Konglomerate	29
c) Sandsteine des oberen Feuerletten	9	1. Mächtigkeit	29
d) Mineralführung	10	2. Petrographie	29
e) Rot-grau-Färbung	11	3. Fossilführung und Altersstellung	30
4. Fossilführung	12	IV. Oxynotum- und Raricostatum-Schichten (Ob. a) Megafossilien	31
b) Mikrofossilien	13	1. Mächtigkeit	31
c) Mikrofossilführung des übrigen Bunten Keupers	16	2. Petrographie	31
5. Altersstellung	17	3. Fossilführung	31
II. Rät-Lias-Grenzschichten (Rät-Hettangien z. T. Unt. Sinémurien)	18	4. Altersstellung	32
1. Geschichtliches	18	D. Paläogeographie	33
2. Bisherige Kenntnis der Grenzschichten öst- lich von Nürnberg	19	I. Paläogeographie des Feuerletten	33
3. Petrographie	19	II. Paläogeographie der Rät-Lias-Grenzschichten a) Sandstein	34
b) Ton	20	E. Literaturverzeichnis	36
c) Gerölle im Sandstein	20	F. Erklärung der Tafeln	42
4. Windkanter	21		

A. Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden der Feuerletten, die Rät-Lias-Grenzschichten und der Untere Lias östlich von Nürnberg behandelt. Ziel der Arbeit ist es, die Bildungsbedingungen und das Alter des Feuerletten und der Rät-Lias-Grenzschichten festzulegen. Die Grundlage dazu bildet die Kartierung des Gradabteilungsblattes Röthenbach (6533). Profile wurden außerdem in den nördlich und südlich angrenzenden Gebieten aufgenommen. Folgende Geländebeobachtungen und Fossilfunde sind für das Arbeitsgebiet bzw. für ganz Franken neu:

Der Feuerletten ist zwischen 45 und 60 m mächtig. Ober- und Untergrenze sind wellig ausgebildet. Neben vorherrschend roten Tonen und Tonmergeln kommen untergeordnet primär grau gefärbte oder postsedimentär ungefärbte Tone vor. Im mittleren Feuerletten treten bis zu drei übereinanderliegende Konglomeratbänke auf, die größtenteils aus aufgearbeitetem Feuerletten selbst bestehen und aus südöstlicher Richtung geschüttet wurden. Im oberen Feuerletten ist eine öfters auskeilende Sandsteinbank verbreitet. Einige neue Fundstellen von Dinosaurierknochen und ein Fundpunkt von *Unio* werden angeführt. *Unio franconicus* wird beschrieben. Erstmals werden bestimmbare Pflanzenreste (Megasporen, *Cheirolepis* und *Zonotrichites*) aus dem Feuerletten von Franken bekannt gemacht und *Zonotrichites lassaviensis* beschrieben. Im mittleren Feuerletten kann ferner erstmals eine Mikrofauna nachgewiesen werden und zwar verschiedene Darwinuln, *Cytherissinella* sowie die Foraminiferen *Trochammina*, *Ammobaculites* und *Nodosaria*. Dadurch ist die Entstehung des Feuerletten unter

Wasserbedeckung gesichert, die Löbentstehung widerlegt. Diese Fauna ist altersgleich mit der des mittleren Keupers von Norddeutschland. In Mittelfranken fehlt das Rät oder ist bestenfalls geringmächtig entwickelt.

Die Rät-Lias-Grenzschichten besitzen stark wechselnde Mächtigkeit und Fazies. Es wird eine „Flut“- und eine „Normal“-Fazies unterschieden. Die Flutfazies beginnt mit geröllführenden Sandsteinen und geht nach dem Hangenden zu in Grob- bis Feinsandsteine mit Tonen über. Die Normalfazies ist rein grobsandig. Die Sande wurden aus Südosten eingeschüttet. Das Alter der oberen Rät-Lias-Grenzschichten ist nach der Megaflora und den Megasporen Unterer Lias. Außer diesen bisher bekannten liassischen Megasporen wurde an der Basis der Grenzschichten eine ältere, auch noch in den Schwarzjura gehörende Megasporengesellschaft gefunden. Dadurch muß der allergrößte Teil der Grenzschichten östlich von Nürnberg in den Unteren Schwarzjura eingestuft werden.

Die Rät-Lias-Grenzschichten verzahnen sich mit dem darüberliegenden Arietensandstein ohne erkennbare Schichtlücke. Einige Ammoniten aus dem fossilarmen Arietensandstein lassen eine Einstufung in Semicostatum- und Planicostata-Zone (Schwarzjura- $\alpha\beta_1$) zu.

In den sandigen bis mergeligen Oxynotum- und Raricostatum-Schichten wurde eine reiche Fauna gefunden. Durch Ammoniten ist die Oxynotum- und Raricostatum-Zone belegt.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. Max Urlichs, Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität, 1 Berlin 12, Hardenbergstr. 34.

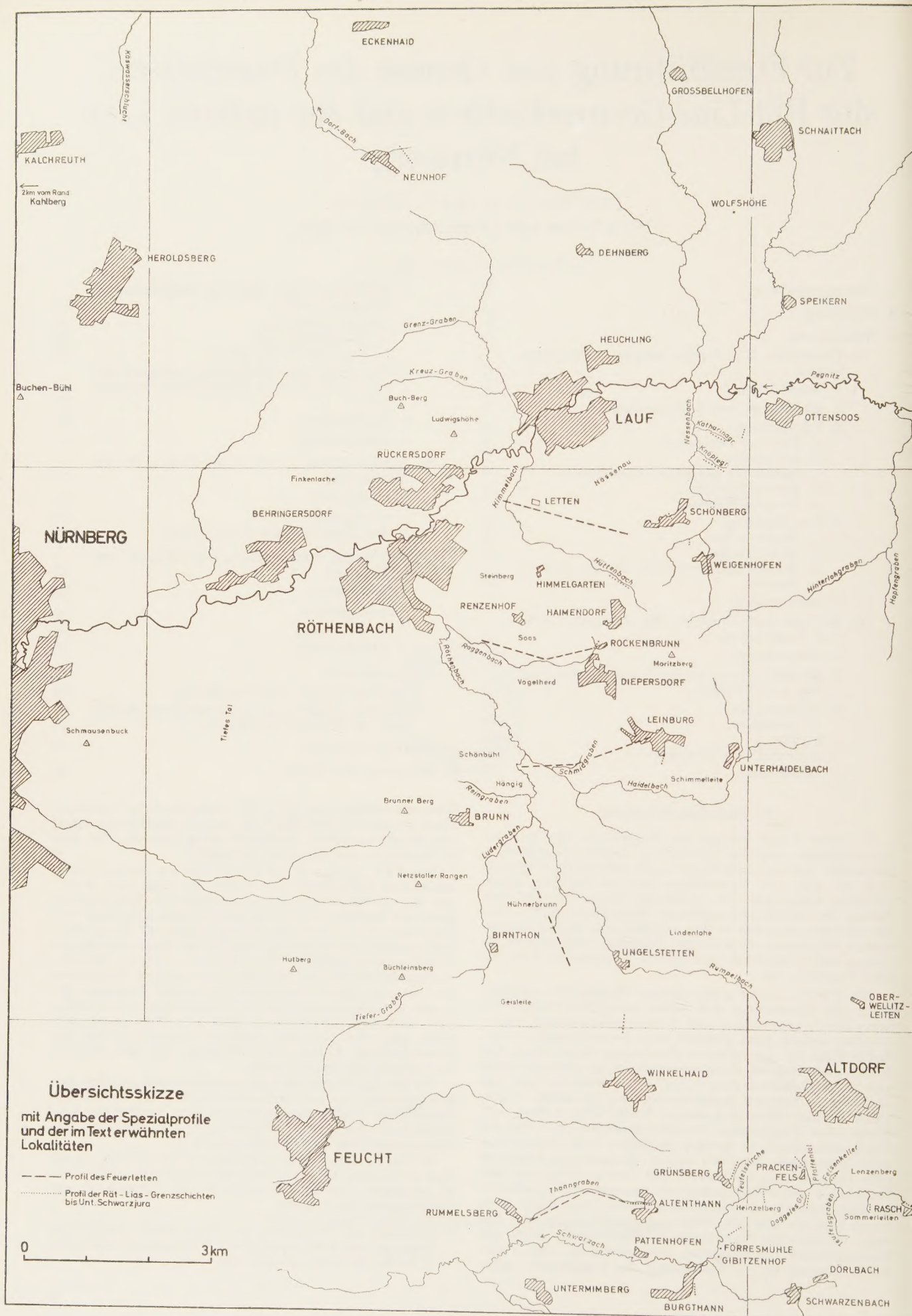


Abb. 1. Übersichtsskizze mit Angabe der Spezialprofile und der im Text erwähnten Lokalitäten.

Über die Paläogeographie des Untersuchungsgebietes läßt sich folgendes aussagen: Der fluviatile Burgsandstein geht allmählich in den limnischen unteren Feuerletten über. Im mittleren Feuerletten sind brackische Bildungsbedingungen gegeben. Im oberen Feuerletten süßt das Becken wieder aus und fluviatile Sandsteine werden abgelagert. Anschließend findet eine Trockenlegung statt, und es bildet sich ein schwach welliges Relief aus. In den Grenzschichten wird erst im untersten Lias durch kräftige fluviatile Sandschüttungen aus Südosten das Relief eingedeckt, dann werden fluviatile Sandsteine und limnische Tone abgelagert. Das von Norden bis Nordosten vordringende Meer erreicht das Gebiet erst im Unteren Sinémurien (Schwarzjura-a).

B. Einleitung

In den früheren Arbeiten über Rät-Lias-Grenzschichten und Feuerletten wurde vor allem die Paläogeographie diskutiert. Deshalb mußte diese Frage hier zwangsläufig besonders ausführlich erörtert werden.

Der „Rät“-Sandstein wurde in Mittelfranken von den verschiedenen Autoren in das Rät, in das Mittelrät oder in Rät bis Unt. Schwarzjura eingestuft. Ebenso gehen die Meinungen über die Entstehung des Feuerlettens weit auseinander. Teils wurde der Feuerletten als limnisch-brackisches Sediment, teils als Löß angesehen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Bildungsbedingungen der Schichten zwischen fluviatitem Oberem Burgsandstein und marinem Schwarzjura zu erforschen. Eine erneute Bearbeitung der Trias/Jura-Grenze in Franken war nur erfolgversprechend, wenn die Geländeaufnahme detaillierter als bei den früheren Bearbeitern durchgeführt wird. Das war aber nur in einem eng begrenzten Gebiet möglich. Ebenso waren im Feuerletten erst nach einer genauen Kartierung neue Ergebnisse zu erwarten.

Die Grundlage dieser Arbeit bildet die Kartierung des Gradabteilungsblattes Röthenbach 6533. Um die Ergebnisse zu untermauern und abzurunden, wurden weitere Profile aus dem Feuerletten auf den Blättern Lauf 6433, Feucht 6633 und Weissenburg 6931 und aus den Rät-Lias-Grenzschichten auf den Blättern Forchheim 6232, Erlangen-Nord 6322, Erlangen-Süd 6432, Lauf 6433, Happurg 6534, Altdorf 6634, Feucht 6633, Weissenburg 6931 und Nennslingen 6932 aufgenommen. Auf Abbildung 1 sind die im Text erwähnten Fundorte im Gebiet östlich von Nürnberg verzeichnet. Weitere außerhalb dieses Gebietes liegende Lokalitäten sind aus Taf. 4 zu entnehmen.

Einzelheiten der bisherigen Kenntnis und Definitionsfragen werden bei den jeweiligen Kapiteln behandelt.

Das Thema vorliegender Arbeit wurde von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dehm (Inst. f. Paläontol. u. hist. Geol. Universität München), auf meinen Wunsch hin, über die Trias-Jura-Grenze in Franken zu arbeiten, angenommen. Für stetes Interesse am Fortgang der Arbeit, sowie für zahlreiche Ratschläge und drei Geländebegehungen danke ich vielmals.

Besonderer Dank gilt Prof. Dr. W. Zeil (Technische Universität Berlin), der mir an seinem Institut reichlich Zeit zu eigener Arbeit gewährte.

Bei der Anfertigung vorliegender Arbeit wurde mir folgende Hilfe zuteil: Herr Dr. W. Jung (Konservator, Inst. f. Paläontol. u. hist. Geol. Univ. München) bearbeitete die Megasporen aus Feuerletten und Rät-Lias-Grenzschichten,

sowie die übrigen Pflanzen aus den Rät-Lias-Grenzschichten. Herr Dr. D. Vogellehner (Botan. Inst. Univ. Freiburg) untersuchte ein Holz aus dem Feuerletten. Herr Dr. K. W. Barthel (Oberkonservator, Bayer. Staatssamml. f. Paläontol. München) half bei der Bestimmung der Megafauna aus dem Schwarzjura und Herr Prof. Dr. H. Hagn (Inst. f. Paläontol. u. hist. Geol. Univ. München) bei der Bestimmung der Kalklage aus dem Feuerletten. Herr Prof. Dr. R. Dehm und Frau Dr. Th. Prinzessin zu Oettingen-Spielberg (Oberkonservatorin, Bayer. Staatssamml. f. Paläontol. München) bestimmten die Knochen aus dem Feuerletten. Herr Dr. F. Seifert (Inst. f. Mineral. u. Kristallogr. Univ. München) untersuchte einige Mineralien aus dem Feuerletten. Herr Dr. M. Salger (Bayer. Geol. Landesamt München) analysierte einige Feuerlettentone. Herr Dr. F. Schnellbögl (Archivdirektor, Staatsarchiv Nürnberg) wies auf die Urkunden über Bergbauversuche in den Rät-Lias-Grenzschichten hin und gestattete, sie einzusehen. Für diese Hilfen bedanke ich mich herzlich.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Dr. H. Nathan (Präsident des Bayer. Geol. Landesamt München) für finanzielle Unterstützung der Geländearbeit auf Blatt Röthenbach in den Jahren 1962–64, sowie den Vorständen der Forstämter Altdorf, Feucht, Nürnberg-Ost, Nürnberg-Nord und Schnaittach für die Fahrerlaubnis auf den Forststraßen.

Für anregende Diskussionen danke ich meinen Studienfreunden Dr. W. Barth, Dr. R. Höll, F. Kubanek, Dr. P. Wellnhöfer und W. Wilmers.

C. Stratigraphie

I. Feuerletten

= Oberer bunter Keuper

(Zanclodonletten, Knollenmergel, grellfarbiger Lettenschiefer, Kp₉)

1. Geschichtliches

Die Schichten zwischen Burgsandstein und Oberem Keuper wurden von G ü m b e l (1865, S. 49) als „grellfarbige, rote Lettenschiefer“ und später (G ü m b e l 1888a, S. 692, 706; 1891a, S. 53, 416) nach dem Vorkommen von Saurierknochen, die damals zu der Gattung *Zanclodon* gerechnet wurden, als Zanclodonletten benannt. Daneben wurde von G ü m b e l (1888a S. 684; 1894, S. 731, 587) der Zanclodonletten auch Feuerletten genannt. Diese beiden Namen finden sich bei S c h w a r z (1897), F i c k e n s c h e r (1911a, b, 1924, 1930), S c h e r z e r (1920, 1922) und R e u t e r (1927). P. D o r n (1928, S. 98) schlägt vor, die Schichten zwischen Burgsandstein und „Rhätolias“ einheitlich als Feuerletten zu bezeichnen. Seither ist dieser Name in der Literatur über den fränkischen Keuper allgemein gebräuchlich. Nur K r u m b e c k (1931, 1933, 1936, 1939, 1956) verwendet die in Schwaben übliche Bezeichnung „Knollenmergel“.

2. Mächtigkeit und Grenzziehung

Nach der Kartierung beträgt die Mächtigkeit im Gebiet südlich von Lauf meist 50–60 m, seltener 45 m und nimmt von 45 m (bei Burghann) weiter nach Süden zu auf 20–25 m (bei Ellingen) ab (Abb. 2). Aus Bohrungen in der Gegend von Nürnberg sind folgende Werte bekannt: Schnaittach 59 m, Wolfshöhe 66 m (B i r z e r 1957, S. 50–51), Oberwellitzleiten 50 m, Winkelhaid 46 m (B i r z e r 1958, S. 17, 23) und Diepersdorf etwa 60 m. Eine weitere Mächtigkeitsabnahme zeigen zahlreiche Bohrungen im südlich angrenzenden Gebiet (B i r z e r 1957, G r u s s 1958).

Obwohl die Obergrenze des Feuerletten durch Hangschutt meist verdeckt ist, ist sie an einem deutlichen Hangknick und öfters an Quellaustritten zu erkennen. Sie ist stark wellig, denn die Rät-Lias-Grenzschichten greifen rinneförmig in den oberen Feuerletten ein.

Die Untergrenze ist wegen des allmählichen Übergangs von der Sandstein- zur Ton-Fazies ebenfalls schwer festzulegen. An der Forststraße Schönbühl (800 m westlich P. 385) sind zum Beispiel drei, jeweils einen Meter mächtige Sandsteinbänke in ebenso mächtigem Ton eingeschaltet.

3. Petrographie

a) Ton und Tonmergel

Der Feuerletten besteht fast ausschließlich aus hochrotem bis violettem Ton und Tonmergel, der zum Teil etwas Feinsand enthält. Untergeordnet, besonders in der Nähe der Konglomerate, treten graugrüne und graue Tonmergel auf. Außerdem

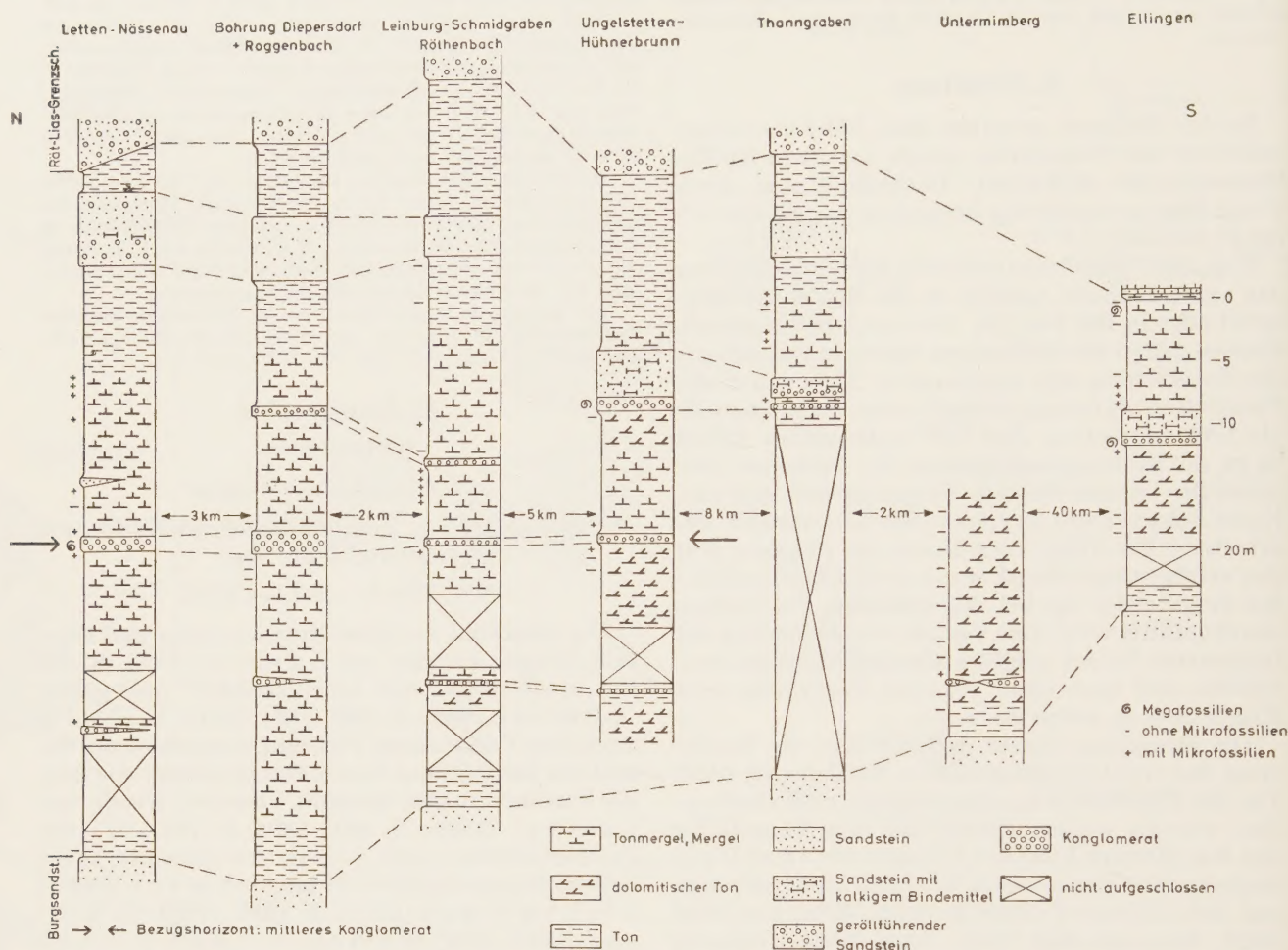


Abb. 2. Nord-Süd-Profilserie durch den Feuerletten im Gebiet östlich von Nürnberg. Die Konglomerate und die Karbonatführung sind auf den mittleren Teil und die Sandsteine auf den oberen Teil des Feuerletten beschränkt.

Nach G. Fischer (1925, S. 466) „wird als praktische Grenze im allgemeinen die höchste Sandsteineinschaltung im gesamten Schichtenstoß angenommen“. Stellenweise (Netzstaller Rang, Hutberg) überlagert der Feuerletten den kreuzgeschichteten Burgsandstein unmittelbar. Die Kreuzschichtung des Oberen Burgsandsteins wird hier scharf abgeschnitten und die Grenze erscheint völlig eben. Im Röthenbach fällt die Feuerletten-Untergrenze mit 5° in östlicher Richtung ein. Dieses Einfallen ist wohl nicht tektonisch bedingt, da die Schichten hier nur bis zu 1° verstellt sind. Vermutlich handelt es sich um ein Relief an der Unterkante des Feuerletten. Dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, daß man Ober- und Untergrenze des Feuerletten nicht als Bezugshorizont für die Säulenprofile wählen kann. Besser geeignet ist das mittlere Konglomerat, das bei der Kartierung auf Blatt Röthenbach als durchgehender Horizont verfolgt werden konnte. Daraus folgt, daß das mittlere Konglomerat von einem Schüttungsvorgang stammt, d. h., daß es über mehrere Kilometer hinweg zu gleicher Zeit gebildet wurde. Die verschiedene Lage — es tritt 18—25 m über dem Burgsandstein auf — läßt ein primäres Einfallen in der Schüttungsrichtung vermuten.

finden sich in den roten Tonen häufig 1—2 cm große Tupfen und unregelmäßige oder flammenförmige, graue Flecken bis zu einigen Metern Durchmesser. In frischen Aufschlüssen ist das Gestein ziemlich fest. Bei Wasserzutritt jedoch quillt es und neigt zum Rutschen, da es quellfähige Tonmineralien nach Krumm (1965, S. 101) Montmorillonit-Illit-Wechselagerungen, enthält. Das Relief des Feuerletten ist deshalb sehr unruhig; frische Hangschlippe sind vor allem in Bacheinschnitten zu beobachten.

Der unterste (4—6 m) und der oberste (10—15 m) Teil des Feuerletten sind karbonatfrei. Der mittlere (30—40 m) Teil führt wenig bis viel Karbonat, meist Kalk, doch tritt in tieferen Abschnitten stattdessen häufig Dolomit auf (Abb. 2) — nach einer Ana-

lyse, die Herr Dr. M. Salger freundlicherweise anfertigte, 9,6 % Dolomit (Finkenlache/Bl. Röthenbach 6533, 43 150 / 84 580). Neben einem Kalk- oder Dolomitgehalt kommen häufig Feinsand und selten Glimmer in den Tonen vor. Nur in den feinsandigen Partien ist Feinschichtung und bisweilen auch Kreuzschichtung zu erkennen. Der Sand ist stellenweise derart angereichert, daß feinsandige Tone in geringmächtige Sandsteinbänke übergehen, die aber nach einigen Metern wieder rasch auskeilen. In den feinsandigen Tonen wechselt die Färbung häufig schichtkonkordant von Millimeter zu Millimeter von grau zu rot (Ottenssoos, Nessenbach).

Nur in den karbonatischen Tonen treten sogenannte Steinmergelknollen von 0,5—60,0 cm Durchmesser auf. Sie kommen in Mergeln oder Tonmergeln meist einzeln verstreut vor. Unter den Konglomeraten ist häufig ein 0,5—1,0 m mächtiger Horizont mit vielen Steinmergelknollen vorhanden (vgl. D e h m, 1935, S. 103, und Profile Kreuzgraben, Himmelbach, Roggenbach, Hängig-Reingraben und Birnthon). Diese Steinmergelknollen haben rundliche, nierenförmige, manchmal auch unregelmäßige Gestalt. Nach G. F i s c h e r (1925, S. 423) besitzen Steinmergel folgende Eigenschaften: „Sie sind sehr feinkörnige, karbonatische Mergel, deren Tongehalt zwischen 5 und 35 % schwankt“. Das Karbonat ist Kalk oder Dolomit. Die Steinmergelknollen sind meist wie das umgebende Sediment gefärbt, doch kommen graue Knollen in rotem Tonmergel vor. (Letten, Leinburg). Die Sedimentstrukturen, Feinschichtung und Kreuzschichtung, des umgebenden feinsandigen Sediments gehen des öfteren durch die Knollen hindurch (Nessenbach) (Taf. 1, Fig. 5). Ferner konnten Blaualgenstrukturen in den Knollen nachgewiesen werden (Nessenbach, Kreuzgraben; siehe S. 13). Die Blaualgen zeigen, daß die Steinmergelknollen zum Teil syngenetisch unter Wasserbedeckung entstanden sind. Die übrigen Steinmergelknollen sind wohl im Sediment gebildet. Es muß jedoch sehr bald nach der Sedimentation geschehen sein, da die Knollen als Gerölle aufgearbeitet in den Konglomeraten vorkommen.

Nach G. F i s c h e r (1925, S. 467) besitzen die isolierten Knollen und die Gerölle aus den Konglomeraten den gleichen Chemismus. Deshalb kann für die Steinmergelgerölle aus den Konglomeraten kein anderes Herkunftsgebiet als der Feuerletten selbst angenommen werden. Da Kalkgerölle der Konglomerate und Einzelknollen sich im Dünnschliff völlig gleichen, wird die Dünnschliffbeschreibung der isolierten Knollen im folgenden Kapitel mit aufgeführt.

b) Konglomerat

(Plateosauruskonglomerat, Zancloclodonbreccie)

G ü m b e l (1891a, S. 416) benannte die konglomeratische Einschaltung im Feuerletten Zancloclodonbreccie. B l a n k e n h o r n (1898, S. 75) wies nach, daß es sich bei den Saurierknochen aus dem Konglomerat um *Plateosaurus* und nicht um *Zan-*

clodon handelt und benannte diese Bank in Plateosauruskonglomerat um. Außerdem wies er darauf hin, daß die Kalkkomponenten gerundet, und nur die sehr selten vorkommenden Knochen eckig sind, so daß die Bezeichnung Konglomerat zutreffender ist. Der Begriff Plateosauruskonglomerat hat sich allgemein durchgesetzt (vgl. G. F i s c h e r 1925, D e h m 1935, K r u m b e c k 1931, 1933, 1936, 1939). Allerdings sind auch in Franken die Knochen nicht nur auf das Konglomerat beschränkt. Bereits B l a n k e n h o r n (1898, S. 84) beschreibt einen Femur aus „roten Letten“. Auch in einigen Schlammproben sind kleine Knochensplitter enthalten, jedoch nur in den feinsten Fraktionen (Schmidgraben 46 920 / 77 560 und Ludergraben 46 160 / 74 900).

Die ungefähre Verbreitung der Konglomerate in Franken hat bereits G. F i s c h e r (1925, S. 469, 472) angegeben. Bisher waren zwei übereinander liegende Konglomerate bekannt (G ü m b e l 1891b, S. 11, L o r e t z 1895a, S. 175, 1895b, S. 7, 1895c, S. 38, 1895d, S. 33, G. F i s c h e r 1925, S. 472, K r u m b e c k 1931, S. 9, M a r k t h a l e r 1937, S. 77 und H a a r l ä n d e r 1963, S. 20).

Auf Blatt Röthenbach treten 6—38 m über dem Burgsandstein im Gebiet Diepersdorf-Hühnerbrunn bis zu drei Konglomerate auf, sonst ein bis zwei (Abb. 2). Weiter im Süden ist meist nur ein Konglomerat nachgewiesen, lediglich G ü m b e l (1891b, S. 11) und G. F i s c h e r (1925, S. 472) geben örtlich zwei Konglomerate an.

Die Mächtigkeit des unteren und oberen Konglomerats beträgt nach Messungen an Profilen 0,5—1,0 m. Am Büchleinsberg bildet das untere Konglomerat eine Schichtstufe. Eine weitere Schichtstufe, die fast überall im Feuerletten zu erkennen ist (Schönberger Nässenau, Letten, Steinberg-Renzenhof, Schönbühl, nördlich und südlich Brunn und Büchleinsberg), bildet das mittlere Konglomerat (= Hauptkonglomerat K r u m b e c k's 1931, S. 9). Seine Mächtigkeit beträgt nach Messungen an Profilen 1,0—2,0 m.

Der Ausbiß wurde anhand verfallener Steinbrüche kartiert. Diese Steinbrüche liegen in der Nässenau, am Steinberg, Vogelherd westlich Diepersdorf, im Gebiet Hängig-Schönbühl und am Hühnerbrunn. Außerdem machen schwache Quellen und Vernässungen in diesem Horizont auf die Konglomerate aufmerksam.

Die Konglomerate konnten streckenweise nur lückenhaft durch Lesesteine nachgewiesen werden. Das untere und das obere Konglomerat fehlen stellenweise völlig. Auch das mittlere konnte im Gebiet westlich des Brunner Berges nicht nachgewiesen werden. Bereits in größeren Aufschlüssen schwanken die Mächtigkeiten sehr. Auskeilen und Wiedereinsetzen eines Konglomerates wurde in der Tongrube am Bahnhof Untermimberg und beim Bau der Autobahn am Hängig (47 000 / 79 120) festgestellt, wie es M a r k t h a l e r (1937, S. 61) bereits anführt. Deshalb muß angenommen werden, daß die Konglomerate nur selten über mehrere Kilometer hinweg als durchgehende Bänke auftreten. Bei sich über weite Gebiete des Feuerbeckens erstreckenden Konglomeraten wäre Aufarbeitung nur in

geringem Umfang möglich gewesen. In diesem Falle wäre nämlich nach kurzer Zeit die Aufarbeitung durch die schützende Decke der dabei entstandenen Konglomerate unterbrochen worden. Außerdem müßte dann eine deutliche Kornsortierung und Korngrößenabnahme der Gerölle vom Herkunftsgebiet her zu beobachten sein. Es wurde jedoch keine Korngrößenabnahme nachgewiesen und die Komponenten sind häufig besonders an der Basis des Konglomerates unsortiert, was auf einen kurzen Transport schließen läßt.

Die einzelnen Konglomerate sind nicht streng horizontal gebunden, sie sind jedoch auf drei Bereiche beschränkt: Das untere liegt etwa 4—10 m, das mittlere 18—25 m und das obere 30—38 m über dem Burgsandstein. Diese geringen Lagerunterschiede sind wahrscheinlich auf ein primäres Einfallen der Konglomerate in der Schüttungsrichtung zurückzuführen. Der Einfallswinkel ist jedoch so gering, daß er nicht nachgewiesen werden kann.

den Dolomit-Konglomeraten aus Dolomit. Hier sind Bindemittel und Gerölle häufig innig verwachsen, so daß die konglomeratische Struktur verwischt ist und ein fleckiger Dolomit vorliegt. Neben Geröllen, die sicher aus dem Feuerletten selbst stammen, kommen einzelne eckige bis kantengerundete Quarze und Feldspäte, Tongerölle und kantengerundete Sandsteine (Grenzgraben und Kreuzgraben) sowie Steinmergelgerölle vor, die aus mehreren Knollen bestehen. Häufig setzt das Konglomerat mit einem unsortierten Grundkonglomerat, bestehend aus Ton- und Steinmergelgeröllen von 0,1—10,0 cm Durchmesser, ein. Nach oben zu nimmt die Korngröße ab und der Sortierungsgrad zu; es kommen nur mehr Gerölle bis zu 2,0 cm, oft nur bis zu 0,5 cm Durchmesser vor, und Quarze treten häufiger auf. Dies Verhalten haben G. Fischer (1925, S. 472) und Dehm (1935, S. 97) hervorgehoben. Im Norden — nach Krumbek (1931, S. 9, 1936, S. 48) in der Erlanger Gegend und nach eigenen Beobachtungen im Ge-

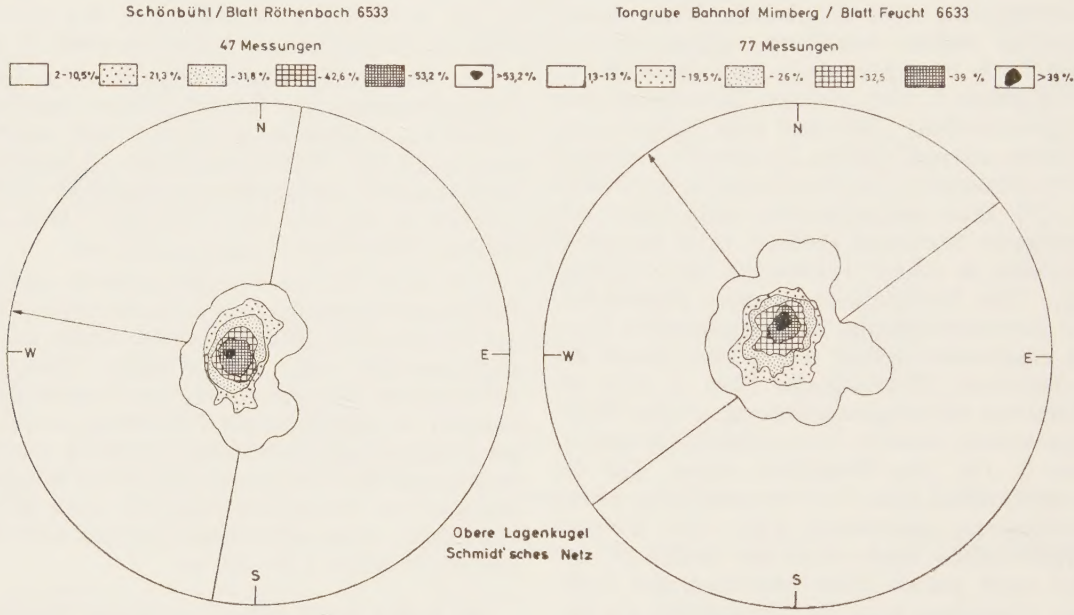


Abb. 3. Schüttungsrichtung im Plateosauruskonglomerat (gemessen an der Schrägschichtung)

Lagetreue und Erstreckung über einige Kilometer, sind Hinweise, daß es sich um Konglomerate handelt, die auf weite, ziemlich ebene Flächen geschüttet worden sind. Eine Parallelisierung über große Entfernungen ist jedoch unmöglich, da dann die Altersgleichheit nicht bewiesen werden kann.

Petrographie: Die Konglomerate des Feuerletten bestehen zum größten Teil aus kugeligen bis eiförmigen, roten oder grauen Kalk- und Dolomitgeröllen, die sicher aus dem Feuerletten selbst stammen. Selten (Letten) treten Dolomit- und Kalkgerölle in einem Aufschluß nebeneinander in einer Bank auf. Das obere und mittlere Konglomerat besteht meist aus Kalkgeröllen und das untere häufig aus Dolomitgeröllen. Das Bindemittel besteht in den Kalk-Konglomeraten zum überwiegenden Teil aus mergeligem bis spätigem Kalk, in

biet Nassenau-Behringserdorf-Letten-Soos — sind die Konglomerate frei von makroskopisch sichtbarem Quarz. Am Vogelherd und im Schmidgraben treten einzelne grobe Quarze (bis zu 1,5 cm) auf, die nach Süden weiter an Häufigkeit zunehmen. Da keine Leitgerölle, die von einem Festland stammen, vorhanden sind, können keine Rückschlüsse auf das Herkunftsgebiet und damit auf die Schüttungsrichtung gezogen werden. Auch aus dem Auftreten von Quarz kann nur annäherungsweise die Schüttungsrichtung „in anscheinend südnördlicher Richtung“ (Dehm 1935, S. 98) festgelegt werden. Schrägschichtung, die dafür besser geeignet ist, konnte nur in drei Aufschlüssen (Abb. 3, 11) genügend oft gemessen werden. Die Messungen stammen jeweils aus einem Schüttungskörper und reichen deshalb wohl zum Festlegen der Schüttungsrichtung von Süd-Ost aus. Weitere Rück-

schlüsse auf die Bildungsbedingungen, wie es Wurster (1959, 1965) unternommen hat, können aus den Diagrammen nicht gezogen werden, da zu wenige Messungen vorhanden sind.

Die Konglomerate können unvermittelt in einen geschichteten bis kreuzgeschichteten Feinsandstein mit kalkigem Bindemittel übergehen (Nessenbach, und Profile Kreuzgraben). Dieser Feinsandstein findet sich bereits wieder aufgearbeitet als Geröll im Konglomerat (Grenzgraben und Kreuzgraben). Außerdem tritt am Büchleinsberg und Hutberg zusammen mit dem unteren Konglomerat ein grobkörniger Arkosesandstein auf, der spätigen Kalk als Bindemittel enthält. Hier ist ebenso, wie bei den Konglomeraten, eine Korngrößenabnahme der Quarze vom Liegenden zum Hangenden von 0,2—1,0 cm auf 0,1—0,2 cm Durchmesser zu beobachten. Dieser Sandstein wurde übrigens von Fickenscher (1911, S. 33) und H. Scherzer (1920, S. 35, 1922, S. 120) als Relikt des „Rhät“-Sandsteins beschrieben und von Fickenscher (1930) als solcher kartiert.

Da diese Sandsteine und die Konglomerate horizontal und vertikal rasch ineinander übergehen können, wurden beide Bildungen zusammengefaßt, wie es bereits Markthaler (1937, S. 76) handhabte.

Dünnschliffbeschreibung:

Schliffe von Einzelknollen:

- Kreuzgraben, 2,8 km NWN Lauf/Bl. Lauf 6433 (45 240/86 780)
- Nessenbach/Bl. Lauf 6433 (50 680/85 520 bis 50 700/83 300)
- Steinberg, 1,5 km E Röthenbach/Bl. Röthenbach 6533 (46 580/82 640)
- Reingraben/Bl. Röthenbach 6533 (46 960/78 360)
- Schmidgraben, nördlicher Seitenbach/Bl. Röthenbach 6533 (48 300/79 040)
- Schönbühl/Bl. Röthenbach 6533 (45 400/79 360)
- Ludergraben, 1,0 km ESE Brunn/Bl. Röthenbach 6533 (47 950/77 550)
- Ellingen/Bl. Weißenburg 6931 (25 400/36 660)

Schliffe von Konglomeraten:

- Unteres Konglomerat:
 - Tiefer Graben, 300 m SE P. 407,2 Büchleinsberg/Bl. Röthenbach 6533 (44 900/74 480)
- Mittleres Konglomerat:
 - Letten/Bl. Röthenbach 6533 (47 200/84 300)
 - Steinberg, 1,5 km E Röthenbach/Bl. Röthenbach 6533 (46 580/82 640)
 - Vogelherd, 1,5 km W Diepersdorf/Bl. Röthenbach 6533 (47 000/80 600)
 - Schmidgraben, nördlicher Seitenbach/Bl. Röthenbach 6533 (48 300/79 040)
 - Schönbühl/Bl. Röthenbach 6533 (45 400/79 360)

Die Steinmergelgerölle aus den Konglomeraten und die isolierten Knollen aus dem Feuerletten selbst zeigen ein gleiches Schliffbild, und deshalb werden sie zusammen beschrieben:

Sie bestehen meist aus feinkristallinem Kalk, in den manchmal kleine, eckige Quarzkörner eingelagert sind und häufig mit Kalzit verheilte Schwundrisse auftreten. Selten sind dolomitische Steinmergel ohne Schwundrisse.

Des öfteren (in Einzelknollen vom Nessenbach und von Ellingen, sowie häufig in den Konglomeraten) wurde ein unregelmäßig konzentrisch-schaliger Aufbau der Knollen beobachtet. Die einzelnen Schalen bestehen aus spätigem, klarem oder feinkristallinem, trübem Kalzit. Hierbei könnte

es sich um Kalkalgen handeln, nach Helling (1963, S. 12) vielleicht um *Sphaerocodium*. Da keine Zellular-Strukturen nachgewiesen wurden, bleibt fraglich, ob es sich in diesem Fall um Kalkalgen handelt. Außerdem kommen öfters (in Einzelknollen: Nessenbach, in den Konglomeraten: Letten, Vogelherd, Schönbühl und Tiefer Graben) radialstrahlige Strukturen vor, die teilweise bereits makroskopisch sichtbar sind. Die 0,005 mm feinen, sich verzweigenden Kalzifäden gehen radial von einem Punkt aus, und zwischen den einzelnen Fäden ist jeweils ein trüber Saum aus Brauneisen vorhanden. Diese Strukturen ähneln *Rivularia* (Schizophyceae) sehr. Da auch hier keine Zellular-Strukturen nachgewiesen werden konnten, bleibt die Bestimmung unsicher. Da äußerst ähnliche Bilder von Reis (1923) und Colom (1961) aus dem Tertiär abgebildet und beschrieben worden sind, dürften auch diese Bildungen für Algen gehalten werden, zumal jede andere außer der rein anorganischen Entstehung entfällt. Weiterhin kommen Einzelknollen (Nessenbach und Kreuzgraben) vor, bei denen es sich sicher um Schizophyceen, nämlich um *Zonotrichites lissaviensis* handelt (siehe paläontologische Beschreibung S. 13).

In den Konglomeraten treten neben gerundeten Kalkbrocken, die teils organischen Ursprungs sein können, nur noch runde bis eckige, also nicht autigene, feinkörnige Quarze (Taf. 1, Fig. 1) und selten (Letten, Schönbühl) Feldspat auf. Die Matrix der typischen, festen Konglomerate besteht meist aus grobem Spatkalzit. Der ursprüngliche, feinkristalline Kalk ist selten erhalten. Die Umkristallisation beginnt in der Mitte der Porenräume und breitet sich radial aus. In völlig umkristallisierten Schliffen wurde an den Berührungsstellen der Steinmergelgerölle häufig Anlösung festgestellt, die auf Druckbeanspruchung zurückzuführen ist. Die spätige Matrix könnte als primär ausgeschiedener Spatkalzit angesehen werden. Da in der grobspätigen, wie in der feinkristallinen Grundmasse Quarze regellos verteilt sind, kann es sich bei der grobspätigen Ausbildung nur um Umkristallisation der ehemals feinkristallinen Grundmasse handeln. Parallel zur Umkristallisation verläuft eine Dolomitisierung der Gerölle: Neben Geröllen aus feinkörnigem Kalk kommen unterschiedlich dolomitisierte Gerölle vor; manchmal sind nur einzelne Dolomitrhomboeder am Rand der Gerölle vorhanden, manchmal sind sie bereits völlig in Dolomit verwandelt. (Taf. 1, Fig. 2)

c) Sandsteine des oberen Feuerletten

Arkosesandsteine von 2—6 m Mächtigkeit kommen im oberen Feuerletten vor. Bei größerer Mächtigkeit bilden sie eine schwach ausgeprägte Schichtstufe (Nässenau, Diepersdorf, Leinburg und Dillberg). Aber es handelt sich dabei nur um Linsen, die höchstens bis zu einigen Kilometern zu verfolgen sind. Eine Linse konnte z. B. von Leinburg bis nordwestlich von Diepersdorf verfolgt werden. Dort keilt sie aus und 1,5 km weiter im Norden bei Himmelgarten setzt eine neue Linse ein (Abb. 2).

Der kreuzgeschichtete Sandstein ist häufig mürbe, selten fest, und von weißer, rostbrauner oder rostbraun gefleckter Farbe. Die Korngröße wechselt zwischen 0,1 und 0,5 cm Durchmesser. Stellenweise wurden in der Nässenau viele Quarzgerölle bis zu 5 cm Durchmesser und selten Quarzit- und Quarzporphyr-Gerölle gefunden. Die Feldspäte sind stark verwittert bis völlig zersetzt. Als Bindemittel tritt Ton, selten (Nässenau) spätiger, weißer Kalk auf.

Im Aussehen gleicht dieser Sandstein dem Sandstein der Rät-Lias-Grenzschichten so sehr, daß beide im Gelände nicht auseinander gehalten werden können. Als Unterscheidungsmerkmal wird

von Gruss (1957, S. 118) ein hoher Granatgehalt im Schwermineralspektrum des Feuerletten-sandsteins, der den Grenzschiechten fehlt, angeführt. Berger (1965, S. 31, 35) nennt derart unterschiedliche Schwermineralspektren aus diesen Sandsteinen, so daß dies Kennzeichen wohl nicht für ganz Franken gültig ist. Besser können die Tone des Feuerlettens und der Rät-Lias-Grenzschiechten und damit indirekt auch die Sandsteine unterschieden werden, denn der Tonmineralbestand beider Schichtglieder ist nach Salger (1959, S. 80—87) und Krumm (1961, S. 481, 1965) recht verschieden. Die Tonminerale des Feuerlettens bestehen aus wenig Kaolinit und viel Illit-Montmorillonit-Wechselagerungen, die Tonminerale der Grenzschiechten dagegen überwiegend aus Kaolinit und untergeordnet Illit. Einige Tonproben von den auf Blatt Röthenbach 2—12 m mächtigen Tonen zwischen Feuerlettenssandstein und sandigen Grenzschiechten untersuchte freundlicherweise Herr Dr. M. Salger. Er teilte folgendes mit: „Es wurden Texturpräparate der Tonfraktion $< 2 \mu$ nach der Methode der Röntgenbestrahlung untersucht. Die Mineralanteile wurden grob geschätzt.“ Seine Werte lauten:

	Kaolinit	Illit	Illit-Montmor.- Wechselag.
	%	%	%
Katharinagraben Bl. Lauf 6433 (51 250/ 85 170)	5	30	65
Schönberg, Bl. Röthenbach 6533 (50 250/48 130)	15		85
Leinburg, Str. n. Scheerau, Bl. Röthenbach 6533 (49 720/79 570)	10		90
Nördlich Brunn, Bl. Rö- thenbach 6533 (49 970/ 78 180)	10	60	30
Lindenlohe, NW P. 404, 3, Bl. Röthenbach 6533 (50 000/75 780)	30	40	30

Ihrer Zusammensetzung nach sind die untersuchten Tone typische Feuerlettentone und somit ist die Zugehörigkeit der fraglichen, darunterliegenden Sandsteine zum Feuerletten gesichert.

d) Mineralführung

Mineralien in den Einzelknollen

Den Nürnberger Geologen sind seit langem Mineralien aus den Steinmergelknollen des Feuerlettens bekannt. Fickenscher (1911a S. 26, 1911b, S. 11), Herr (1914, S. 409), H. Scherzer (1920, S. 40), P. Dorn (1930, S. 6) und Dehm (1937, S. 105) beschreiben vom Buchenbühl (nördlich Nürnberg) Mineralien. (Diese Grube ist mittlerweile mit Müll zugeschüttet). Bei den von Fickenscher (1911a, S. 26, 1911b, S. 11) und H. Scherzer (1920, S. 40) erwähnten Mineralien Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies und Zinkblende handelt es sich wohl um Fehlbestimmungen, da sie von P. Dorn (1930) und Dehm (1935) nicht bestätigt werden. Auch jetzt konnten trotz intensiver Suche keine Sulfide in isolierten Knollen gefunden werden.

Fundpunkte:

Nessenbach/Bl. Lauf (50 620/85 720 bis 50 700/85 320)	1
Schmidgraben/Bl. Röthenbach (48 300/79 040)	2
Kreuzgraben/Bl. Lauf (45 240/86 780)	3

Mineralien:	
Kalzit:	als Rhomboeder oder Skalenoeder 1, 2, 3
Dolomit:	als sattelförmig verbogene Rhomboeder. Die Farbe wechselt von hellrosa bis zu rotbraun. Vermutlich ändert sich die Farbe mit dem Eisengehalt. Die rostbraunen Kristalle sind deshalb als ankeritischer Dolomit zu bezeichnen. 1
Quarz:	wasserklar oder durch Schlieren von Hämatit verunreinigt, bis zu 1 cm lang, kurzes Prisma; bei kleinen Kristallen nur Rhomboederflächen. Einmal sind die Flächen eines Rhomboeders nur schwach ausgebildet, wie es Grimm (1962, Abb. 3 II) abbildet. 1, 2, 3
Baryt:	flache Tafeln bis zu 0,5 cm Länge 1
Goethit:	derb; auch als 1—5 mm lange nadelige Blättchen, die zu kleinen Rosetten vereinigt sind. 1
Malachit:	als Anflug auf grauen Knollen 1
Gips:	derb. Neben Gips auf Schwundrissen kommt er tafelig häufig auf der Oberfläche der Knollen vor 1

Kalzit, Dolomit, Quarz und Baryt wurden von Dehm (1935, S. 105) bereits vom Nessenbach genannt.

Nur die Kalkknollen, wie G. Fischer (1925, S. 470) betont, nicht jedoch die dolomitischen Steinmergelknollen, enthalten Schwundrisse, auf denen die Mineralien aufsitzen. Diese Mineralien sind sehr unterschiedlich auf die einzelnen Knollen verteilt, meist herrscht Kalzit vor. Eine Mineralisationsabfolge ist nicht zu beobachten.

Mineralien in den Konglomeraten

Fundpunkte:

Kreuzgraben/Bl. Lauf 6433 (45 240/86 780)	1
Nessenbach/Bl. Lauf 6433 (50 700/85 450)	2
Schönbühl/Bl. Röthenbach 6533 (45 820/79 220)	3
Schmidgraben/Bl. Röthenbach 6533 (48 300/79 040)	4
Hühnerbrunn/Bl. Röthenbach 6533 (47 220/77 200)	5
Ludwigshöhe/Bl. Lauf 6433 (45 460/85 420)	6
Tongrube Hängig/Bl. Röthenbach 6533 (46 920/78 480)	7

Mineralien:	
Kalzit:	derb, oder Skalenoeder; im Porenraum 1, 3, 4
Dolomit:	sattelförmig verbogene Rhomboeder, z. T. ankeritisch; im Porenraum 4
Baryt:	derb auf Rissen in Hölzern, derb oder idiomorph als halbkugelige Rosetten im Porenraum 1, 3, 4
Gips:	auf Schwundrissen in den Knollen und im Porenraum 3, 6
Pyrit:	Oктаeder, Würfel oder Kombination beider, oder derb; in Kalkgeröllen, um Hölzer oder im Porenraum 1, 2, 4, 5
Malachit:	Anflug auf Hölzern oder Kalkgeröllen 1, 3, 4, 7
Azurit:	Anflug auf Kalkgeröllen 3, 7

Außerdem wird von G. Fischer (1925, S. 474) Kupferkies aus dem Konglomerat und von v. Gehlen (1959, S. 34) Kupferkies, Bornit, Covellin und Kupferglanz aus einem Knochen beschrieben. Nach G. Fischer (1925, S. 474) und v. Gehlen (1959, S. 36) sind die Sulfide syngenetisch gebildet worden.

Auf Poren der Konglomerate sind gleichfalls Mineralien wie in den Schwundrissen der isolierten Steinmergelknollen aus dem Feuerletten ausgeschieden, und zwar auch ohne jegliche Absonderungsfolge. „In dem unterschiedlichen Mineralgehalt prägen sich die schon ursprünglich von Stelle zu Stelle verschiedenen Stoffkonzentrationen aus.“ (D e h m 1935, S. 106). Da diese verschiedene Verteilung der Mineralien nicht nur auf die Schwundrisse der Steinmergelknollen beschränkt ist, muß sie durch ungenügende und ungleichmäßige Zirkulation der Lösungen im Sediment entstanden sein. In den roten Knollen und roten Konglomeraten kommt Eisen dreiwertig und Schwefel als Sulfat vor, in den grauen Konglomeraten Eisen zweiwertig und Schwefel als Sulfid. Hierauf macht D e h m (1935, S. 106) besonders aufmerksam (vgl. auch G ü m b e l 1865, S. 49, T h ü r a c h 1889, S. 73, B l a n k e n h o r n 1898, S. 81 und G. F i s c h e r 1925, S. 474). Malachit und Azurit treten nur in grauen Konglomeraten und ganz selten in grauen Einzelknollen auf und sind sicher Verwitterungsprodukte von Kupfersulfiden.

e) Rot-grau-Färbung

Die rote Farbe der Keupertone wird im allgemeinen als ursprünglich angesehen (G. F i s c h e r 1925, S. 473, V o l l r a t h 1928, S. 267, 269, T h ü r a c h 1900, S. 47, G. W a g n e r 1950, S. 449, K r u m m 1965, S. 120).

Färbende Bestandteile: Nach S c h n i t z e r (1953, S. 62) und K r u m m (1965, S. 59) besteht kein wesentlicher Unterschied im Tonmineralbestand zwischen grauen und roten Tönen. Deshalb muß die unterschiedliche Färbung auf akzessorische Beimengungen zurückgehen. Der färbende Bestandteil der roten Tone ist, wie G. F i s c h e r (1925, S. 426), S c h n i t z e r (1953, S. 62) und K r u m m (1965, S. 120) nachgewiesen haben, Hämatit und Goethit; derjenige in dem graugrünen Ton wird nach G. F i s c h e r (1925, S. 426) „als ein Ferrosilikat aufgefaßt, das vielleicht zur Chloritgruppe gehört“. Die Verteilung der Mineralien in Knollen und Konglomeraten ist die gleiche: Auf Schwundrissen der roten Knollen findet sich dreiwertiges Eisen als Hämatit und Goethit und in grauen Knollen und in grauem Konglomerat zweiwertiges Eisen als Pyrit.

Pyrit und Pflanzenreste kommen im grau gefärbten Feuerletten zu selten vor, um als färbende Bestandteile in Betracht zu kommen.

Alter der Rot-grau-Färbung: Vorweg sollen Färbungen genommen werden, die sicher wesentlich jünger als das Sediment sind:

Die graue Farbe, die häufig in den obersten Schichten in Bodennähe auftritt, ist sicher bei der Verwitterung entstanden und auf Reduktion in der Nähe von Pflanzenwurzeln zurückzuführen. Eine von der Durchlässigkeit des Materials abhängige Bleichung, wie sie K r u m m (1965, S. 120) und T h ü r a c h (1900, S. 47) beschreiben, kommt sicher auch vor. Sie wurde aber im Feuerletten des Arbeitsgebietes nicht nachgewiesen. Die von T h ü r a c h (1900, S. 48) aus dem Bunten Keuper und

von S e e m a n n (1941, S. 133) aus dem Knollenmergel beschriebene Entfärbung entlang Klüften konnte häufig in den Lehrbergschichten gefunden werden.

Neben primär rot gefärbten Tönen müssen auch grau gefärbte Tone vorhanden gewesen sein; denn kohlige Pflanzenreste können nur bei reduzierenden Bedingungen, d. h. im grauen Sediment erhalten bleiben. Oder sie wurden sofort bei der Sedimentation teilweise oder völlig oxydiert, und dreiwertiges Eisen wurde dadurch reduziert. Vielleicht sind so die pflanzenfreien und pflanzenführenden grauen Tone entstanden. Da die graue Farbe bevorzugt unter den Konglomeraten auftritt, ist anzunehmen, daß die Schüttung der Konglomerate bei der Entstehung der Graufärbung mit eine Rolle spielte: Während bzw. nach der Schüttung entwickelte sich ein reduzierendes Milieu, und der von der Zersetzung von Organismen herrührende Schwefelwasserstoff wurde mit den vom Festland zugeführten Eisenlösungen als Pyrit ausgefällt. Die graue Farbe der pyrithaltigen, pflanzenführenden Tone und Konglomerate ist sicher primär bei der Sedimentation entstanden; denn bei einer späteren Entfärbung roter Tone könnte kein Pyrit entstehen, und Pflanzenreste wären in oxydierendem Milieu nicht erhalten geblieben.

Neben grauen Tönen kommen auch graue Einzelknollen in rotem Feuerletten vor (Wasserleitungsbau Letten, Kläranlage Leinburg, Reingraben). Daß es sich nicht um nachträglich gebleichte Knollen handelt, zeigt die Knolle aus dem Reingraben (Taf. 1, Fig. 4): Hier sind die Schwundrisse in einer grauen Knolle mit rotem Sediment ausgefällt. Die Graufärbung ist hierbei also älter. Wie sie allerdings zustande gekommen ist, bleibt unbekannt. Es ist jedoch kaum anzunehmen, daß das gesamte umgebende Sediment grau gefärbt war und dann nachträglich rot umgefärbt wurde. Vermutlich ist primär rot und grau gefärbtes Sediment nebeneinander vorhanden gewesen. Möglich ist Reduktion von dreiwertigem Eisen bei der Assimilation von Pflanzen. Nachgewiesen wurde dies durch Funde von grauen Blaualgenknollen aus roten Tonmergeln des Kreuzgrabens.

Im Feuerletten selbst treten rote und graue Steinmergelknollen nebeneinander auf und ebenfalls in den Feuerlettenkonglomeraten, besonders in den feinkörnigen. Diese Verteilung muß primär vorhanden sein, denn sonst wäre das unmittelbare Nebeneinander beider Typen in den Konglomeraten unmöglich zustande gekommen. Die grobkörnigen, porenreichen Konglomerate sind häufig einheitlich grau oder rot gefärbt. Hierfür kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht:

1. Das Einzugsgebiet der einheitlich gefärbten Konglomerate enthielt nur rote bzw. graue Steinmergelknollen. Da im Feuerletten häufig dicht nebeneinander graue und rote Steinmergelknollen vorhanden sind, ist dies sehr unwahrscheinlich.

2. Während des Transportes wurden sie umgefärbt. Diese Möglichkeit ist ebenfalls sehr unwahrscheinlich, denn dann müßten gebietsweise alle Konglomerate, insbesondere die feinkörnigen ein-

heitlich grau oder rot gefärbt sein, was jedoch nicht der Fall ist.

3. Umfärbung nach der Schüttung der Konglomerate. Hierzu sind die grobkörnigen, porenreichen Konglomerate besonders geeignet.

Umfärbung nach Grau wurde nachgewiesen, wie G. Fischer (1925, F. 473) annimmt: „Im Plateosauruskonglomerat in der Gegend Nürnberg-Lauf . . . fand wahrscheinlich eine primäre Desoxydation bei der Sedimentation statt.“ Im Gebiet Birnthon-Hühnerbrunn sind im mittleren Konglomerat im hangenden Teil rote und im liegenden Teil graue Steinmergelgerölle vorhanden. Das Bindemittel ist oben rot und unten grüngrau. Der Farbwechsel tritt teils allmählich, teils mit scharfer Grenze auf und geht einige Male mitten durch Gerölle hindurch (Taf. 1, Fig. 6—7). Bei allmählichem Übergang sind einzelne Gerölle unten bereits entfärbt, oben noch rot (Taf. 1, Fig. 6) Hier kann Reduktion der unteren Partie, die ehemals rot gefärbt war, angenommen werden, denn an der Unterfläche des Konglomerats kommen hier öfters Pyritoktaeder vor. Pyrit entsteht im sedimentären Kreislauf nur bei Fäulnis-, nicht aber bei Entfärbungsprozessen. Daraus folgt, daß hier die Graufärbung primär entstanden ist und daß bei oder kurz nach der Schüttung des Konglomerates reduzierende Bedingungen geherrscht haben.

4. Fossilführung

a) Megafossilien

Aus dem Feuerletten der Nürnberger Gegend sind seit langem Knochen von *Zanclodon* bez. *Plateosaurus* bekannt (H. v. Meyer 1847—55, S. 152—155, Gumbel 1865, S. 49—50, Blankenhorn 1898, Stromer 1909, S. 3, Dehm 1935, S. 99—100, Markthaler 1937, S. 57—58). Heute sind die Steinbrüche in dieser Gegend völlig verfallen und zugewachsen, so daß Funde nur in natürlichen Aufschlüssen oder Baugruben zu erwarten sind. Es konnten lediglich einige, schwach bis stark abgerollte und verdrückte Knochen, meist nur als Bruchstücke gefunden werden. Wegen ihrer Seltenheit werden auch die Fundpunkte, an denen nur unbestimmbare Bruchstücke gefunden wurden, angegeben.

Außerdem wurde durch Dehm (1935 S. 101—102) und Markthaler (1937, S. 101—109) *Unio franconicus* beschrieben und durch Kuhn (1937a, S. 159) *Turbonilla aff. dubia* Münster bekannt gemacht. Erwähnt werden weiterhin Hölzer und andere unbestimmbare Pflanzenreste von Blankenhorn (1898, S. 81), Reuter (1927, S. 32), Dehm (1935, S. 101) und Markthaler (1937, S. 57, 82).

Fundstellen, von denen Material vorlag:

Grenzgraben, 3,4 km NW Lauf/Bl. Lauf 6433 (45 160/87 700)	1
Kreuzgraben, 2,8 km NW Lauf/Bl. Lauf 6433 (45 240/86 300)	2
Lauf, Bau der Mittelschule/Bl. Lauf 6433 (47 040/86 550)	3
Nessenbach 3,0 km SE Lauf/Bl. Lauf 6433 (50 700/85 450)	4
Letten, Felder 100 m W/Bl. Röthenbach 6533 (47 200/84 300)	5
Letten, Autobahn/Bl. Röthenbach 6533 (47 900/84 220)	6
(Bis auf ein Stück werden die Knochen dieses Fundpunktes im Stadtarchiv Lauf aufbewahrt)	
Schönberger Nassenau/Bl. Röthenbach 6533 (48 340/81 180)	7
Steinbruch Hühnerbrunn/Bl. Röthenbach 6533 (47 840/76 300)	8
Büchleinsberg, 1,2 km W P. 407,2/Bl. Röthenbach 6533 (44 000/74 750)	9
Steinberg, Wasserbehälter/Bl. Röthenbach 6533 (46 580/82 640)	10

Schmidgraben, rechter Seitenbach, 0,5 km SW Scheerau	
Röthenbach 6533 (48 300/79 040)	11
Haidelbach, 0,5 km E Fuchsmühle/Bl. Röthenbach 6533 (48 720/78 620)	12
Ellingen, Sommerkeller/Bl. Weissenburg 6931 (25 380/37 770)	13
„Unio“ <i>franconicus</i> Dehm	13
<i>Plateosaurus erlenbergensis</i> Huene, Fibula rechts (Bestimmung durch Prof. R. Dehm)	3
<i>Plateosaurus</i> sp. (Bestimmung durch Dr. Th. Prinzessin zu Oettingen-Spielberg)	
Tibia (links, proximales Ende)	2
Rückenrippe (1—4?, proximales Ende), Brustwirbel, Schwanzwirbel, Coracoid, Femur (distales Ende), Fibula (distales Ende), Rippen	6
Knochenbruchstücke	5, 7—9, 11
<i>Zonotrichites lissaviensis</i> Bornemann	2, 4
<i>Cheirolepis muensteri</i> (Schenk) Schimper	2, 8, 11
<i>Dadoxylon keuperianum</i> (Unger) Endlicher	1
Hölzer unbestimmbar	3, 5—8, 10—12

Beschreibung:

Klasse **Lamellibranchiata**

Ordnung **Schizodonta**

Familie **Unionidae**

Gattung *Unio* Phillipsen 1788

„Unio“ *franconicus* Dehm 1935

Taf. 2, Fig. 12

- ? 1870 *Unio keuperinus* Berger — Roemer: Geologie von Oberschlesien, Taf. 15, Fig. 13
 1914 Unionide — Jaekel: Über die Wirbeltiere der Oberen Trias von Halberstadt, S. 166, Abb. 5
 *V 1935 „Unio“ *franconica* n. sp. — Dehm: Beobachtungen im oberen Bunten Keuper von Mittelfranken. S. 101—102, Abb. 2
 V. 1937 *Unio franconicus* Dehm — Markthaler: Die Feuerlettenkonglomerate . . . S. 101—108
 1938 *Unio franconicus* Dehm — Kuhn: Beiträge zur Keuperfauna von Halberstadt, S. 259

Material: ein vollständiges Exemplar und 29 Bruchstücke von Ellingen

Beschreibung:

Maße	Länge	Höhe	Breite	Länge/Höhe
vollständiges Exemplar				
(Taf. 3, Fig. 3)	4,7	1,9	4 cm	2,5
übrige Ex.	5,2	2,2—2,3 cm		2,0

Die Stücke sind doppelkalkig und zum großen Teil in Lebensstellung in das Plateosauruskonglomerat eingebettet.

Innere Merkmale: Die Schalendicke beträgt am Rand 0,7—1,0 mm, am Schloß bis zu 2 mm. Das Schloß ist nur unvollständig erhalten: In einer aufpräparierten rechten Klappe sind ein kräftiger, abgebrochener Kardinal-Zahn und daneben zwei Zahngruben vorhanden. Ligamente und Seitenzahn sind nicht erhalten.

Vorderer und hinterer Muskeleindruck sind deutlich zu sehen. Unter dem vorderen Muskeleindruck sind noch zwei kleine Fußmuskeleindrücke vorhanden.

Bemerkungen: Die Stücke von Ellingen sind ebenfalls so schlecht erhalten, daß wenig Neues zur Diskussion, ob diese Art zu *Unio* oder *Cardinia* gerechnet wird, beigetragen werden kann. (Vgl. Dehm 1935, S. 101—102, Krumbeck 1936, S. 51—52, Markthaler 1937, S. 106—

(108). *Unio* besitzt wie *Cardinia* zwei Kardinalzähne in der linken Klappe. Der Unterschied besteht in der Form der Lateralzähne und des Ligamentes. *Unio* hat in jeder Klappe einen langen schloßparallelen Seitenzahn und ein äußeres Ligament. Bei *Cardinia* ist der Seitenzahn verkürzt, und zwischen Kardinal- und Seitenzähne schaltet sich ein breites Ligament-Feld ein. Leider ist auch bei den Ellinger Stücken das Schloß hinter dem Wirbel nicht erhalten. Fußmuskeleindrücke besitzt nur *Unio*, nicht aber *Cardinia*. An den Halberstädter (siehe Jaekel 1914, Abb. 4 und Markthaler 1937, S. 108) und an den Ellinger Stücken sind Fußmuskeleindrücke zu sehen. Die Zugehörigkeit zu „*Unio*“ ist daher gesichert. Auch die konzentrische Skulptur ist bei „*Unio*“ *franconicus* schwächer und die Schale ist dünner als normalerweise bei *Cardinia*, so daß es deshalb keine *Cardinia* sein kann.

Vorkommen: Feuerletten Mittelfranken, Mittl. Keuper Halberstadt/Ostrand des Harz und Mittl. Keuper von Niwki/Oberschlesien.

Abt. **Thallophyta**
Klasse **Schizophyceae**
Familie **incertae sedis**

Gattung *Zonotrichites* Bornemann 1887

Zonotrichites lissaviensis Bornemann 1887

Taf. 1, Fig. 3, Taf. 2, Fig. 11, 13—14

1886 *Zonotrichites lissaviensis* Bornemann. — Bornemann: Über gesteinsbildende Algen S. 473

* 1887 *Zonotrichites lissaviensis* Bornemann — Bornemann: Geologische Algenstudien, S. 126, Taf. 5, Fig. 1—2, Taf. 6, Fig. 1—2

Material: einige isolierte Knollen vom Kreuzgraben und Nessenbach (Bl. Lauf)

Beschreibung: Es sind 0,5—10,0 cm große, kugelige bis nierenförmige Knollen, die trauartige Oberflächen besitzen.

Der Aufbau ist im Querschnitt konzentrisch-schalig. Von einem Kern, Quarzkorn oder Steinmergelknolle, gehen 0,1 m breite, lange Fäden aus. In günstigen, radialen Schnitten ist folgendes zu beobachten: Von einem Faden zweigen mehrmals neue Fäden ab. Die Fäden bestehen aus Kalzit oder Baryt und zwischen ihnen ist eine undurchsichtige, tonige Matrix vorhanden. Der Schliß zu Taf. 1, Fig. 3 ist leider zu dick. Da das Gestein sehr bröckelig ist, besteht die Gefahr, daß beim Dünnerschleifen das Präparat verloren geht. Deshalb kann leider nur die vorliegende unzureichende Abbildung gegeben werden.

Vorkommen: Mittlerer Keuper von Oberschlesien und nun Feuerletten von Mittelfranken.

b) Mikrofossilien

Vorkommen: Durch reichliches Schlämmen der Feuerlettentone sollte herausgefunden werden, ob im Feuerletten neben den großen Saurierknochen auch kleinere vorhanden sind. Knochen wurden nur selten als winzige Splitter gefunden, dafür wurde aber eine Mikro-Fauna und -Flora nachgewiesen. Es wurden 134 Schlammproben untersucht. Eine Fauna bez. Flora konnten nur an

18 Fundpunkten in insgesamt 40 Proben nachgewiesen werden. Es zeigte sich, daß die Proben aus den kalkfreien Tonen aus dem unteren (8 Proben) und aus dem oberen (13 Proben) Teil des Feuerlettens fossilfrei sind. Deshalb wurden aus den karbonatführenden Tonen aus dem mittleren Feuerletten mehr Proben (nämlich 111) untersucht. Die Verteilung der Mikrofauna im Profil zeigt also deutlich eine Abhängigkeit vom Karbonatgehalt der Tone (Abb. 2). In den dolomitführenden Tonen des mittleren Feuerlettens konnte aber bis auf einen einzigen Fund einiger Saurichthys-Zähnen keine Fauna gefunden werden. Da diese dolomitführenden Tone im gleichen Niveau wie die fossilführenden kalkreichen Tone in geringer Entfernung nebeneinander vorkommen (Profile Untermimberg und Thanngaben, Hühnerbrunn und Letten), ist ein primäres Fehlen der Ostracoden in den dolomitischen Tonen nicht anzunehmen. Vermutlich ist eine vorhandene gewesene, kalkige Mikrofauna bei der Dolomitisierung zerstört worden. Nur die widerstandsfähigen Fischzähne sind übriggeblieben und sogar diese sind etwas angelöst.

Fundpunkte:

Grenzgraben, 2,5 km SE Günthersbühl/Bl. Lauf 6433 (44 880/87 640)	1
Kreuzgraben, 2,8 km W Lauf/Bl. Lauf 6433 (45 240/86 780)	2
Rückersdorf, 2,0 km NW, am Südfuß des Buchberges/Bl. Lauf 6433 (44 480/85 940)	3
Nessenbach, 2,7 km SE Lauf/Bl. Lauf 6433 (50 620/85 780, 50 700/85 450)	4
Himmelbach, 50 m N Eisenbahnlinie Lauf l. d. Peg.-Nürnberg/Bl. Röthenbach 6533 (46 900/84 320)	5
Letten, Wasserleitungsbau/Bl. Röthenbach 6533 (47 200/84 300, 47 520/84 080, 47 370/83 920, 47 940/83 830)	6
Waldlust, 750 m SE Letten, Wasserleitungsbau/Bl. Röthenbach 6533 (48 080/83 830)	7
Leinburg, Bau der Kläranlage/Bl. Röthenbach 6533 (49 020/79 300)	8
Schmidgraben, rechter Seitenbach/Bl. Röthenbach 6533 (48 300/79 040)	9
Reingraben, 1,1 km NE Brunn/Bl. Röthenbach 6533 (46 960/78 360)	10
Hängig, Tongrube 1,1 km NE Brunn/Bl. Röthenbach 6533 (46 920/78 480)	11
Hühnerbrunn, Schurf 40 des Autobahnamtes Nürnberg/Bl. Röthenbach 6533 (47 240/77 050)	12
Birnthon, Wasserleitungsbau/Bl. Röthenbach 6533 (46 600/75 330)	13
Ludergraben, 0,5 km SW Birnthon/Bl. Röthenbach 6533 (46 180/74 820)	14
Thanngaben, 1 km W Altenthann/Bl. Feucht 6633 (48 740/70 510)	15
Untermimberg, Tongrube am Bahnhof/Bl. Feucht 6633 (47 440/68 800)	16
Ellingen, Sommerkeller. 1,5 km NE Ellingen/Bl. Weissenburg 6931 (25 350/37 820)	17
Ellingen- Tiergärtle/Bl. Weissenburg 6931 (25 400/36 660)	18
<i>Ammobaculites</i> sp.	8
<i>Trochammina</i> sp.	9
<i>Nodosaria</i> cf. <i>costata</i> (Bornemann)	8
<i>Darwinula liassica</i> Jones	2—9, 12, 13, 15, 17
<i>Darwinula major</i> Jones	2, 8, 9, 11—13, 15
<i>Darwinula</i> sp.	2—4, 6—9, 12, 13, 15, 17
<i>Cytherissinella</i> sp.	4, 6, 7, 9, 15, 17
Ostracoden, unbestimmbar	10, 14, 18
<i>Saurichthys acuminatus</i> Agassiz	5, 16
<i>Bankisporites pinguis</i> (Harris) Dettmann	1, 9, 18

Hughesiporites cf. ionthus (Harris) R. Potonié 18
Biharisporites sp. 2
Verrutiles litchi (Harris) R. Potonié 2
Bacutritiles tylotus (Harris) R. Potonié 1, 2, 9, 10, 12
Erlansonisporites sparassis (Murray) R. Potonié 2

Beschreibung: In folgenden werden die Mikrofossilien aus dem Feuerletten beschrieben. Ausgenommen sind die Megasporen, die von Herrn Dr. W. Jung bearbeitet werden.

Unt. Ordnung **Textularina**

Familie **Lituolidae**

Gattung *Ammobaculites* Cushman 1910

Ammobaculites sp.

Taf. 2, Fig. 7

Material: ein unvollständiges Exemplar von Leinburg Bl. Röthenbach

Beschreibung: Es liegt eine große, flach-ovale Spira vor, die im letzten Umgang aus sieben Kammern besteht. Sie ist beidseitig genabelt. Die Nähte zwischen den Kammern sind undeutlich und nicht eingesenkt. Die Schale ist undurchsichtig und feinagglutininierend. Maße der Spira: Größter Durchmesser 0,56 mm, kleinster Durchmesser 0,44 mm.

Familie **Trochaminidae**

Gattung *Trochammina* Parker & Jones 1859

Trochammina sp.

Material: zwei Exemplare

Beschreibung:

	Länge	Breite	Höhe
Schmidgraben	0,58	0,48	0,30 mm
Buchberg	0,60	0,50	0,20 mm

Gehäuse trochospiral-mützenförmig, auf der Ventralseite flach. Die Kammersuturen sind nur auf dem letzten Umgang sichtbar. Die Anzahl der Umgänge etwa 2—3. Die Kammern sind kugelig aufgebläht. Die Schale ist feinagglutininierend.

Unt. Ordnung **Rotaliina**

Familie **Nodosariidae**

Gattung *Nodosaria* Lamarck 1812

Nodosaria cf. costata (Bornemann 1854)

Taf. 2, Fig. 9

- * 1854 *Glandulina costata m.* — Bornemann: Lias Göttingen S. 34 Taf. 2, Fig. 11a—b
- . 1936 *Nodosaria costata* (Bornemann). — Franke: Die Foraminiferen des deutschen Lias, S. 50, Taf. 4, Fig. 24a—b
- . 1963 *Nodosaria costata* (Bornemann). — Rabitz: Die Foraminiferen des Göttinger Lias, S. 201, Taf. 17, Fig. 36

Material: ein schlecht erhaltenes Exemplar von Leinburg/Bl. Röthenbach.

Beschreibung: Das Gehäuse ist an der ersten Kammer beschädigt. Die Länge beträgt noch 1,10 mm. Das Gehäuse ist oval und hat einen sechsseitigen flachen Querschnitt. Die größte Breite befindet sich nahe der Mündung. Die drei Nähte sind erst nach Aufhellung mit Glycerin sichtbar. Die 4 Rippen verlaufen gerade über das Gehäuse auf die Mündung zu.

Vorkommen: Feuerletten/Mittelfr., Mittl. Lias/N-Deutschland

Klasse **Crustacea**

Unterklasse **Ostracoda**

Ordnung **Podocopida**

Erhaltung: Genügend Material stand nur bei den Ostracoden zur Verfügung, so daß nur hier eine eingehende Beschreibung möglich ist. 50—100% der Ostracoden sind so verdrückt und manchmal stark umkristallisiert, so daß sie unbestimmbar sind. Die Zahlenangaben beziehen sich deshalb nur auf bestimmbare Exemplare. Auch die ansprechbaren Exemplare sind zum Teil etwas deformiert. Da bei *Darwinula* gerade der Seitenumriß ein wesentliches Artmerkmal darstellt, konnten die einzelnen Arten nur nach einem intensiven Vergleich des mittlerweile umfangreichen Materials bestimmt werden.

Familie **Darwinulidae**

Gattung *Darwinula* Brady & Robertson 1885

(in: Jones 1885)

Darwinula major Jones 1894

Taf. 2, Fig. 3a—b, 5a—b, Abb. 5d, 4

- * 1894 *Darwinula liassica var. major* Jones — Jones: Rhaetic and some Liassic Ostracoda Taf. 9, Fig. 2
- . 1951 *Darwinula sp.* (803) — Wicher: Gliederung des nichtmarinen Rät Taf. 1, Fig. 17a—b
- . 1953 *Darwinula liassica* (Broidie) — Will: paläontol. Untersuch. zur Stratigr. des Oberkeupers... Taf. 11c, Fig. 19—20
- . 1957 *Darwinula* (849) — Wicher: Gliederung des nichtmarinen Keuper Taf. 3, Fig. 6,6a
- . 1962 *Darwinula* (102) — Christensen: Ostracodtypen fra Keuper-Rhaet lagserien... Taf. 3, Fig. 3
- . 1963 *Darwinula liassica* (Broidie) — Beutler & Gründel: Ostracoden des Unteren Keupers... Taf. 7a, Fig. 1—3
- . 1964 *Darwinula major* Jones — Anderson: Rhaetic Ostracoda, Taf. 15, Fig. 115—117

Material: 150 Gehäuse, Fundpunkte siehe Fossiliste S. 13.

Beschreibung:

Maße der abgebildeten Exemplare

	Länge	Höhe	Breite
Taf. 2, Fig. 5a—b,	0,90	0,43	0,33 mm
Taf. 2, Fig. 3a—b	0,80	0,39	0,25 mm

Äußere Merkmale: Gehäuse groß. Seitenumriß langoval. Verhältnis Länge zu Höhe 2,0 : 1. Größte Länge etwa in der Mittellinie, größte Höhe und Breite knapp hinter der Mitte. Schalenoberfläche glatt.

Der Ventralrand ist gerade, der Dorsalrand konkav. Der Dorsalrand fällt etwa $\frac{1}{4}$ hinter dem Vorderrand mit gleichmäßigem Bogen ab und der Vorderrand ist deshalb etwas zugespitzt. Der Hinter rand ist gut gerundet. Von der größten Breite knapp hinter der Mitte nimmt die Breite nach vorne allmählich und nach hinten erst knapp vor dem Hinterende stärker ab.

Die linke Klappe überlappt die rechte auf dem ganzen Schalenrand. Der Rand der linken Klappe ist nahe dem Hinterrand etwas verdickt und auf der Ventralseite überlappt die linke Klappe die rechte in den hinteren $\frac{4}{5}$ der Länge stärker, wes-

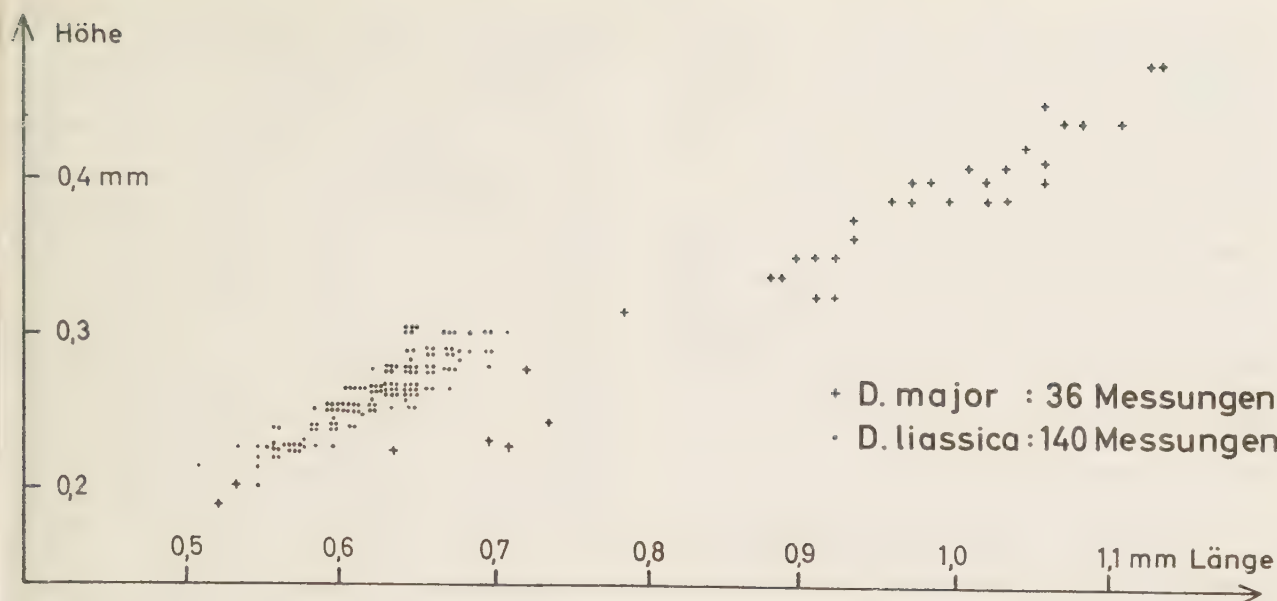


Abb. 4. Verhältnis Länge zu Höhe bei *Darwinula liassica* und *Darwinula major*.

halb in der Ventralansicht im vorderen Viertel ein S-förmiger Bogen des Schalenrandes der linken Klappe vorhanden ist.

Innere Merkmale: Nicht beobachtet.

Beziehungen: Siehe *Darwinula liassica*

Vorkommen: Rät von England, Keuper von N- und E-Deutschland, Polen und nun aus dem oberen Bunten Keuper von Mittelfranken.

Darwinula liassica Jones 1894

Tafel 2, Fig. 2, 4, 6a—b, Abb. 5c, 4.

- * 1894 *Darwinula liassica* (Brodie) — Jones: Rhaetic and some Liassic Ostracoda Taf. 9, Fig. 1a—c
- . 1951 *Darwinula* sp. (804) — Wicher: Gliederung des nichtmarinen Rät, Taf. 1, Fig. 17a—b
- . 1953 *Darwinula liassica* (Brodie) — Will: paläontol. Untersuch. zur Stratigr. des Oberkeupers... Taf. 11c, Fig. 21—22
- . 1953 *Darwinula globosa* (Duff) — Will: paläontol. Untersuch. zur Stratigr. des Oberkeupers... Taf. 11c, Fig. 23
- . 1957 *Darwinula* (848) — Wicher: Gliederung des nichtmarinen Keuper Taf. 3, Fig. 5
- . 1962 *Darwinula* (110) — Christensen: Ostracod-typen fra Keuper-Rhät lagerien... Taf. 3, Fig. 5a—e
- . 1963 *Darwinula liassica* (Brodie) — Dadlez & Koppik: Problem retyku... Taf. 1, Fig. 5
- . 1964 *Darwinula liassica* Jones — Anderson: Rhätic Ostracoda Taf. 13, Fig. 81—82

Material: 500 Gehäuse und 25 Einzelklappen, Fundpunkte siehe Fossilliste S. 13.

Beschreibung:

Maße der abgebildeten Stücke

	Länge	Breite	Höhe
Taf. 2, Fig. 6	0,66	0,35	0,27 mm
Taf. 2, Fig. 2	0,55	0,27	— mm
Taf. 2, Fig. 4	0,60	0,30	— mm

Äußere Merkmale: Seitenumriß langoval. Verhältnis Länge zu Höhe 2, 1 : 1. Größte Länge etwas unter der Mittellinie, größte Höhe und Breite nahe dem Hinterrand. Schalenoberfläche glatt.

Der Ventralrand ist gerade bis schwach konkav, der Dorsalrand konvex. Der Dorsalrand fällt mit

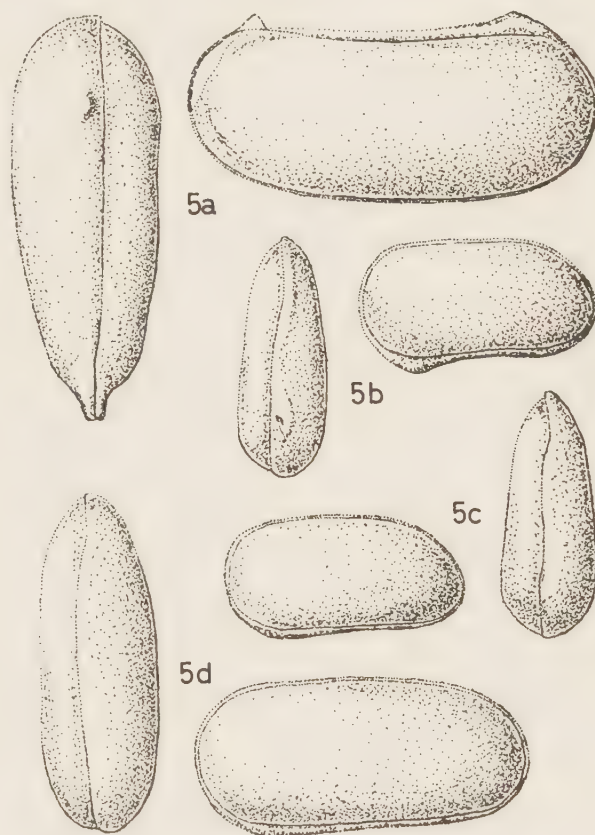


Abb. 5

5a *Cytherissinella* sp., links: Ventralansicht, rechts: rechte Seitenansicht. Feuerletten, Letten/Bl. Röthenbach (Vergr. 50 ×).

5b *Darwinula* sp., links: Ventralansicht, rechts: rechte Seitenansicht. Feuerletten, Leinburg/Bl. Röthenbach (Vergr. 50 ×).

5c *Darwinula liassica* Jones, links: rechte Seitenansicht, rechts: Ventralansicht. Feuerletten, Leinburg/Bl. Röthenbach (Vergr. 50 ×).

5d *Darwinula major* Jones, links: Ventralansicht, rechts: rechte Seitenansicht. Feuerletten, Leinburg/Bl. Röthenbach (Vergr. 50 ×).

einem sanften Knick etwa $\frac{1}{3}$ hinter dem Vorder-
rand ab und daher ist das Vorderende schmal und
zugespitzt. Das Hinterende ist elliptisch, wobei der
Übergang zum Ventral- und Dorsalrand stärker ge-
krümmt ist. Von der größten Breite nahe dem Hin-
terrund nimmt sie kontinuierlich nach dem zuge-
spitzten Vorderende ab.

Die linke Klappe überlappt die rechte auf dem
ganzen Schalenrand. Der Ventralrand der linken
Klappe ist nahe dem Hinterende etwas verdickt
und auf der Ventralseite der linken Klappe ist
manchmal eine kleine Ausbeulung vorhanden. Auf
der Ventralseite überlappt die linke Klappe die
rechte in den hinteren $\frac{3}{4}$ der Länge stärker, wes-
halb im vorderen Viertel ein S-förmiger Bogen des
Schalenrandes der linken Klappe vorhanden ist.

Innere Merkmale: An einigen linken Klappen
ist das Schloß und zwar eine rinnenförmige Ver-
tiefung entlang des Dorsalrandes zu sehen. An
einer Klappe ist die zentrale Muskelgruppe zu er-
kennen und zwar als zehn rosettenartig angeord-
nete Narben.

Beziehungen: *Darwinula liassica* ist we-
sentlich kleiner, das Vorderende ist spitzer und das
Hinterende ist eckiger als bei *D. major*. Die größte
Höhe und Breite liegt bei *D. major* weiter gegen
die Mitte zu als bei *D. liassica*. Außerdem ist das
Verhältnis der Länge zur Höhe etwas größer als
bei *D. major*. Diese Unterschiede treten bei sämt-
lichen Altersstadien auf. Deshalb ist die von An-
derson (1964, S. 136—137) vorgenommene
Trennung dieser beiden Varietäten, die von Wi-
cher (1951, 1957), Will (1953, S. 74—75) und
Beutler & Gründel (1963, S. 68) als Männ-
chen und Weibchen einer Art aufgefaßt worden
sind, berechtigt. *Darwinula sp.* besitzt zum Un-
terschied zu *D. liassica* zwei deutliche Ausbeulungen
an der Ventralseite der linken Klappe.

Bemerkungen: Ein großer Teil des anspre-
chbaren Materials ist verdrückt. Die stark deformier-
ten Exemplare sind meist von Rissen durchzogen
und zerbrochen und deshalb unbestimmbar. Da-
neben sind auch bruchlos verformte Darwinulen
häufig. Je nach Einbettungslage sind die verschie-
densten Erhaltungszustände zustande gekommen.
Die in ihrer Länge gestauchten Exemplare wurden
z. B. von Will (1953, S. 76) als *Darwinula glo-
bosa* (Jones) beschrieben.

Vorkommen: Rät von England, Keuper von
N- und E-Deutschland und nun oberer Bunter
Keuper von Mittelfranken.

Darwinula sp.

Taf. 2, Fig. 8a—b, 10, Abb. 5b

Material: 135 Gehäuse und 5 Einzelklap-
pen, Fundpunkte siehe Fossilliste S. 13.

Beschreibung:
Maße der abgebildeten Stücke

	Länge	Höhe	Breite
Taf. 2, Fig. 8 a—b	0,60	0,35	0,25 mm
Taf. 2, Fig. 10	0,65	0,34	0,25 mm

Äußere Merkmale: Gehäuse mittelgroß, Seiten-
umriß langoval. Größte Länge unter der Mittellinie,
größte Höhe und Breite nahe dem Hinterende.

Der Dorsalrand ist konvex, der Ventralrand
stark konkav gebogen. An der Ventralseite der lin-
ken Klappe ist je im vorderen Drittel ein kleiner
und im hinteren Drittel ein großer in der Längs-
erstreckung der Schale gestreckter Höcker vorhan-
den, deren Spitzen durch einen stumpfen Grat mit-
einander verbunden sind. Der Hinterrand ist ellip-
tisch, und zwar ist der Übergang zum Ventral- und
Dorsalrand stärker gekrümmt. Von der größten
Breite am Hinterende nimmt sie allmählich nach
dem zugespitzten Vorderende ab.

Die linke Klappe überlappt die rechte gleich-
mäßig am ganzen Schalenrand. Der Ventralrand
der linken Klappe ist in der hinteren Hälfte etwas
verdickt und die linke Klappe überlappt die rechte
auf der Ventralseite in dem hinteren Teil stärker;
deshalb ist im vorderen Drittel der linken Klappe
ein S-förmiger Bogen des Schalenrandes vorhan-
den.

Innere Merkmale: Nicht beobachtet.

Beziehungen: *Darwinula sp.* besitzt glei-
che Größe und sie ist etwas gedrungener als *D. lias-
sica*. Der Unterschied besteht vor allem in der Aus-
bildung des Ventralrandes. Bei *Darwinula sp.* sind
im Gegensatz zu *D. liassica* zwei deutliche Höcker
vorhanden. Da die inneren Merkmale nicht be-
kannt sind, wird auf eine Neubenennung verzichtet.

Familie Cytherissinellidae

Gattung *Cytherissinella* Schneider 1956

Cytherissinella sp.

Taf. 2, Fig. 1a—b, Abb. 5a

Material: 55 Gehäuse, zum Teil stark ver-
drückt, Fundpunkte siehe Fossilliste S. 13.

Beschreibung:
Maße des ausgebildeten Stückes

	Länge	Höhe	Breite
Taf. 2, Fig. 1a—b	1,10	0,49	0,41 mm

Äußere Merkmale: Gehäuse groß und länglich-
bohnenförmig. Länge etwa gleich der zweifachen
Höhe. Dorsalrand konkav, Ventralrand konvex,
Hinter- und Vorderrand gut gerundet. Die linke
Klappe überlappt die rechte an dem Hinter- und
Vorderende stark und am Ventralrand schwach.
Auf der Dorsalseite der linken Klappe sitzt $\frac{1}{4}$ und
 $\frac{3}{4}$ hinter dem Vorderrand ein bis zu 0,05 mm lan-
ger Stachel.

Bemerkungen: Bis auf die fehlende Skulp-
tur trifft für die vorliegende Art die Gattungsdiag-
nose zu. Die Skulptur ist nicht erhalten, weil sämt-
liche Exemplare angelöst sind. Da außerdem der
Innenbau unbekannt ist, wird auf eine Neubenennung
verzichtet.

c) Mikrofossilführung der Esthe-
rien- und Lehrbergschichten und
des Sandsteinkeupers in Franken
(Bunter Keuper)

Nach den Mikrofossilfunden aus dem Feuerlet-
ten wäre zu erwarten, daß auch in den übrigen
Keupertonen, — Estherien- und Lehrberg-Schich-
ten, sowie im Sandsteinkeuper — eine Mikrofauna
enthalten ist, zumal aus Schwaben von Thü-
rach (1902, S. 17, 1904, S. 16) und Schallch

1922, S. 35) aus dem oberen Steinmergelkeuper (= Sandsteinkeuper) bez. Hauptsteinmergel (= Lehrberg-Schichten) *Bairdia* sp. und von Vollath (1928, S. 227—228) nicht näher bestimmte Ostracoden genannt werden. In neuerer Literatur finden sich bei Linck (1942, S. 253) und Carlé & Linck (1949, S. 141) ebenfalls beschreibungslose Angaben von *Darwinula* sp., *Metacypris* sp., *Gomphocythere* sp. und *Limnocythere* sp. aus dem Sandsteinkeuper.

Aus Franken sind folgende Fossilien, die auf limnisches bis marines Bildungsmilieu hinweisen bekannt:

Aus den Estherien-Schichten werden genannt:

Lingula tenuissima Bronn in: Thürach (1888, S. 129, 114), Arndt (1933, S. 18), Heller (1952, S. 59),
Estheria laxitexta Sandberger in: Thürach (1889, S. 7—10, 1888, S. 106—132), Arndt (1933, S. 18),
Modiola sp. in: Thürach (1888, S. 115),
Anoplophora sp. in: Thürach (1888, S. 131),
Myophoria raibiana Boué & Deshayes in: Thürach (1888, S. 129, 114)

Das Vorkommen von *Estheria* weist auf brackisches Milieu, das von *Lingula*, *Morphoria*, *Anoplophora* und *Modiola* auf marine Bildungsbedingungen hin. Nach Heller (1952, S. 61) und Craig (1952, S. 115) ist *Lingula* keine Brackwasserform (vgl. auch Böger 1964).

Von 16 Schlammproben aus dolomitischen Tonen der Estherien (Tonwerke Ansbach) enthielten lediglich zwei Proben einige Zähne von *Acrodus acutus* Agassiz und *Saurichthys acuminatus* Agassiz.

Aus den Lehrbergbänken sind von Berger (1854, S. 408—414) folgende Mollusken beschrieben und von Gumbel (1865, S. 51, 1888a, S. 160, 1887, S. 9) und Thürach (1888, S. 158—160) gefunden:

Promathildia theodorii (Berger)
Trigonodus keuperinus (Berger)
Trigonodus hornschi (Berger)

Außerdem gibt Thürach (1889, S. 148) aus den Berggipsschichten (= Lehrbergsschichten) *Lingula* an. Diese Fossilien weisen auf marines Bildungsmilieu hin.

Von 92 Schlammproben aus dolomitischen Tonen der Ziegeleigruben Untersteinbach (Rauhe Ebrach) Leichendorf (Bibart), Siegeldorf, Langenzenn, Wilhermsdorf (alle an der Zenn) und Neustadt (Aisch) enthielten nur zwei Proben (Untersteinbach, Wilhermsdorf) einige unbestimmbare Fischzähne.

Aus dem Sandsteinkeuper wurden durch Berger (1832, S. 11—19), Dehm (1956a—b) und Oertle (1931) Fische und von Trusheim (1937, S. 199—210) *Triops* (Branchiopoda) beschrieben. Außerdem nennt Kuhn (1937b, S. 313) *Anoplophora* cf. *lettica* (Quenstedt), *Mytilus* cf. *gibbus* (Alberti), sowie Fische, Amphibien und wasserbewohnende Reptilien, Trusheim (1937, S. 26) *Estheria* sp. und v. Freyberg (1964, S. 28) unbestimmte Foraminiferen. *Anoplophora*, *Mytilus* und die Foraminiferen weisen auf marines, eventuell brackisches Bildungsmilieu hin. Von 20 untersuchten Proben (östlich Schmausenbuck

und nördlich Behringsdorf) aus dem Hauptletten waren 19 fossilifer. Nur eine einzige Probe aus kalkigen Tonen des Hauptletten (nördlich Behringsdorf 41 340/84 540) enthielt einige schlecht erhaltene Ostracoden, und zwar *Darwinula* sp.

Wie beim Feuerletten enthalten die dolomitischen Tone nur Fischzähne, die kalkigen auch Ostracoden. Auch hier wird bei der Dolomitisierung eine eventuell vorhanden gewesene, kalkige Mikrofauna zerstört worden sein. Die Wahrscheinlichkeit, noch Ostracoden in den Estherien- und Lehrberg-Schichten zu finden, ist gering, da von Finckh (1912, S. 32) und G. Fischer (1925, S. 435—450) aus dem unteren und mittleren Buntkeuper nur Dolomit und kein Kalk als Bindemittel angegeben wird.

5. Altersstellung

Megasporen: Bisher waren aus dem Feuerletten keine Megasporen bekannt. Da sämtliche gefundenen Megasporen auch in der Lepidopteris-Flora vorkommen (Tab. 1), reicht die Lepidopteris-Flora vermutlich in den Feuerletten hinab. Dies könnte jedoch nur durch Funde von den leitenden Pflanzen (*Lepidopteris ottonis* und *Dictyophyllum exile*) nachgewiesen werden.

Foraminiferen: Erstmals werden Foraminiferen aus dem Feuerletten bekannt gemacht. Das einzige artlich ansprechbare Stück ist aus dem alpinen Rät (vgl. Kristan-Tollmann 1964) unbekannt und es zeigt keine Unterschiede zu den liassischen von N-Deutschland. Zu einer Gliederung reicht das Material nicht aus.

Die artlich bestimmbaren Ostracoden, *Darwinula liassica* und *D. major*, kommen vom Unterkeuper bis in das Rät vor (vgl. Beutler & Gründel 1963, S. 167, Wicher 1951, S. 757, 1957, S. 7 und Anderson 1964, S. 136—137). Die übrigen Ostracoden werden zum ersten Mal beschrieben, so daß sie zur Gliederung nicht herangezogen werden können. Von England, Nord- und Ostdeutschland wurde aus dem Rät durch Jones (1894), Seitz & Wicher (1951), Wicher (1951) und Anderson (1964) eine reichere Ostracodenfauna, als die Feuerletten-Fauna, bekannt gemacht. Das Fehlen dieser Rät-Fauna und das Auftreten einer artenarmen Fauna im Feuerletten von Mittelfranken kann nur durch einen Altersunterschied erklärt werden. Aus dem Mittleren Keuper von Nord-Deutschland ist nach Wicher (1957, S. 7) nur *Darwinula liassica* und *D. major* bekannt. Somit wäre die Feuerletten-Fauna von Mittelfranken mit der des Mittleren Keupers Nord-Deutschlands zu parallelisieren. Da östlich von Nürnberg zwischen der Feuerletten-Fauna und durch Megasporen belegtem untersten Schwarzjura nur fossilere Tone des oberen Feuerletten und Sandsteine des oberen Feuerletten und der untersten Rät-Lias-Grenzschichten in insgesamt 10—15 m Mächtigkeit vorhanden sind, kann nur in diesem Schichtpaket das Rät enthalten sein. Im Vergleich zu dem bis zu 200 m mächtigen (Anderson 1964, Taf. 8) Rät von Nord-Deutschland ist es in Mittelfranken geringmächtig ausgebildet, oder es fehlt sogar, wie es der Geländebefund nahelegt.

= Rät, Hettangien und z. T. Unt. Sinémurien
(Rät-Lias-Übergangsschichten, Rhätolias, Rhät)

Eine faunistische Gliederung der Sedimente zwischen Buntem Keuper und marinem Schwarzjura kann in Franken nicht durchgeführt werden, da marine Fossilien fehlen. Die Schichten wurden deshalb von den verschiedenen Autoren entweder in den Oberen Keuper oder in den Schwarzjura gestellt (vgl. Synonymieliste S c h r ü f e r 1861, S. 84 und Abb. 6). G ü m b e l (1859, S. 84) schlug für den obersten Keuper die Bezeichnung „Rhät“ vor. Er parallelisierte in Franken die sandigen Schichten unter marinem Schwarzjura α_{1-3} , die meist keine marinen Fossilien enthalten (G ü m b e l 1858, 1864) miteinander, und stellte sie in das Rät (Abb. 6). Die von S c h e n k 1867 beschriebene Flora der „Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens“ wird als eine liassische zu bezeichnen und nach dem in der Flora sich ausprägenden Charakter die rhätische Formation als die erste der Liasbildung zu betrachten sein“ (S c h e n k 1867, S. 229). Noch entschiedener stellte G o t h a n (1914, nochmals 1935, nachdem R ü g e r 1924, S. 136, 139, 166 und R e u t e r 1927, S. 50 die Ergebnisse angezweifelt hatten) fest, daß die Flora aus der Nürnberger Gegend liassisches Alter, die Flora von Coburg rätisches Alter besitzt. Daraufhin übernahm P. D o r n (1928, S. 100) die Bezeichnung „Rhätolias“ für nicht datierbare Sedimente an der Trias-Jura-Grenze. K r u m b e c k (1931, S. 11, 1936, S. 16) weist darauf hin, daß er diesen Ausdruck „seit Jahren“ beziehungsweise „seit 1916“ gebraucht. Erstmals wurde der Begriff „Rhät-Lias“ von M o b e r g (1882) für die in Schonen ähnlich ausgebildeten Schichten an der Rät-Lias-Grenze eingeführt. K r u m b e c k (1931, S. 13, 1933, S. 353, 1937, S. 58) hält den oberen Teil der fraglichen Schichten für untersten Lias. 1939 kommt er auf Grund petrographischer Vergleiche des marinen Rät am Großen Haß-Berg mit dem kontinentalen „Rät“ Mittel- und Oberfrankens zu dem Schluß, daß in Mittelfranken Schwarzjura α_{1-2} fehlt. Die Parallelisierung von grobklastischen und bereits im Aufschluß auskeilenden Bänken litoraler bis kontinentaler Sedimente über derart große Entfernungen erscheint jedoch sehr fraglich, da hier ein Fazieswechsel und eine zeitliche Verschiebung der Faziesgrenzen, wie sie in Küstengebieten bei einer Transgression anzunehmen sind, nicht berücksichtigt wurde. K r u m b e c k (1939) belegt ein Richtprofil mit Leitfossilien und hängt die übrigen Profile daran an. Damit ist diese Parallelisierung jedoch ungenügend belegt.

Auch die Fazies hält K r u m b e c k (1936, S. 61. 118) bei dem Vorschlag, die sandig-tonigen Schichten zwischen Feuerletten und „Gümbel'schem Rhät“ als „Rathsberg-Schichten“ zu benennen und als selbstständiges Schichtglied auszuschneiden, für wesentlich. Er läßt 1939 offensichtlich seinen eigenen Vorschlag fallen, und führt die Rathsberg-Schichten nur noch als Lokalnamen für die Gegend

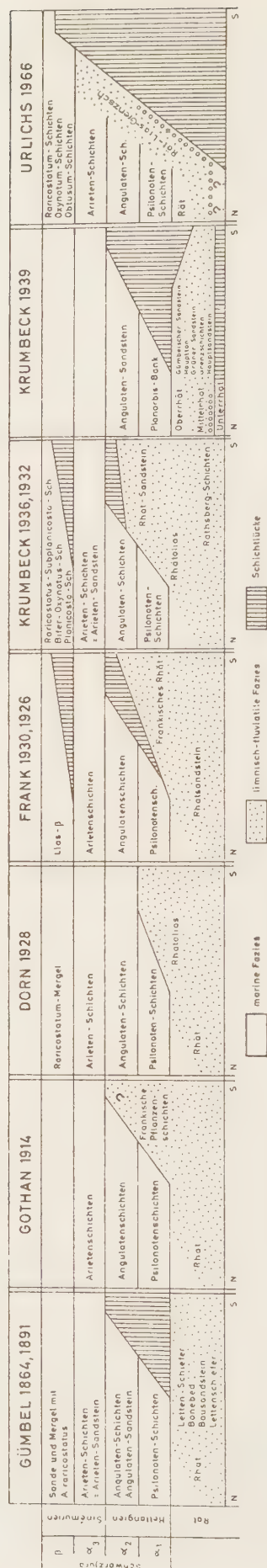


Abb. 6. Gliederung des Rät und des Unteren Schwarzhura in Franken nach verschiedenen Autoren.

Erlangen-Forchheim — ein Vorgehen, dem ich hier folge. Später wird dieser Ausdruck von Krumbeck (1953, 1956) überhaupt nicht mehr gebraucht.

Der von P. Dorn (1928, S. 100) für das fränkische Gebiet übernommene Begriff „Rhätolias“ fand rasch Verwendung (Stahl 1930, Krumbeck 1931, 1932, 1933, 1936, 1939, Kuhn 1934, Joos 1936, Reul 1953, Gawlick 1955, Schneider 1955, 1958, Gruss 1956, 1957, Birzer 1958, Schreiber 1958, Neupert 1959, Streim 1960, Becher 1960 und Haarländer 1963). Trotzdem ist diese Bezeichnung unglücklich gewählt, denn Rhätolias bedeutet wörtlich, daß es sich um eine Einheit Rät-Lias handelt, die nicht weiter zu untergliedern ist und die lediglich auf Grund ihrer stratigraphischen Stellung diese Alterseinstufung erhalten hat, ähnlich Permokarbon und Permokyth. Das entspricht aber nicht der Natur, denn in Franken ist der größte Teil des Lias und stellenweise auch das Rät mit Fossilien belegt. Rhätolias wurde lediglich für nicht sicher datierbare sandig-tonige Schichten an der Trias-Jura-Grenze verwendet, die eine unterschiedliche Anzahl einzelner Zonen oder Teilzonen enthalten. Es handelt sich also nicht um einen stratigraphischen, sondern um einen Faziesbegriff, wie es Frank (1930a, S. 190) bereits ausdrückte. Besser entspricht der in der neuesten Literatur (Jung 1958, Gruss 1958, Salger 1959, Bauerberger, Haunschild, F. F. Schneider & Tillmann 1960, Gudden & Treibs 1961, Krumm 1961, 1965, Tillmann, Treibs & Ziehr 1963 und Berger 1965) verwendete Begriff „Rät-Lias-Übergangsschichten“ den Gegebenheiten.

In vorliegender Arbeit wird aus historischen Gründen der von Schenk 1867 eingeführte Name „Grenzschichten“ verwendet. Damit schließe ich mich Mägdefrau (1956, S. 243) und Jung (1960, 1962) an.

2. Bisherige Kenntnis der Grenzschichten östlich von Nürnberg

Die Rät-Lias-Grenzschichten und ihr Fossilgehalt erregten in der Nürnberger Gegend sehr früh Aufmerksamkeit. Nach Urkunden, für deren Hinweis ich Herrn Dr. F. Schnellbögl danke, erbat bereits 1588 Wilhelm von Nordhausen aus Hall in Sachsen ein kaiserliches Privileg, in der „Teufelskirch bei Weinhof“ nach „Steinkohlen“ und Erz zu graben, das er dann am 30. 9. 1588 erhielt. Einem Bericht des Landpflegers zu Altdorf vom 13. 9. 1615 zufolge ist „es aber verblieben und nicht ins Werk gesetzt worden“. 1601 beschreibt Libavius (in: v. Freyberg, Hornung & Heller 1958, S. 65—67) ausführlich ein mit Pyrit und Bleiglanz imprägniertes Holz aus der Altdorfer Gegend. Das Holz dürfte aus den Rät-Lias-Grenzschichten stammen, denn nach eigenen Beobachtungen enthalten in der Altdorfer Gegend Hölzer aus dem Schwarzjura weder Pyrit noch Bleiglanz. Libavius weist besonders auf die wirtschaftliche Bedeutung derartiger Funde hin. Vielleicht kannte Johann Freiberg, churfürstl.-pfälzischer Zeugmeister zu Amberg, die Beschreibung des Holzes und bewarb sich deshalb um ein Bergrecht in der Teufelskirche, das er am 4. 8. 1616 erhielt. Daraufhin sind wohl die Baue in der Teufelskirche, das sogenannte „Silberloch“ entstanden. Baier (1708, in: v. Freyberg, Hornung & Heller 1958, S. 70) und Roth (1801, S. 348) berichten, daß diese damals aufgelassen waren. Weitere Untersuchungen wurden 1795 durchgeführt.

Sie blieben ebenfalls erfolglos, wie Roth (1801, S. 348) schreibt. Vielleicht sind in dieser Zeit die Baue im Teufelsgraben entstanden. Über weitere ergebnislose Untersuchungen in unmittelbarer Nähe von Rockenbrunn und Haimendorf berichteten Strauss 1857 (in: Haarländer 1959, S. 198) und Fickenschner (1911 a, S. 12).

Das erste Spezialprofil der Grenzschichten aus der Nürnberger Gegend veröffentlicht Pfaff (1857, S. 5—6) von Burghann. Pfaff stufte diese Schichten in den Schwarzjura, Gumbel (1964, S. 250) dagegen in den Oberen Keuper, in das „Rhät“ ein. Gumbel's Ansicht schließen sich Kaul 1900, Stromer 1909, Fickenschner 1911 a, b, 1924, H. Scherzer 1920, 1921 und Reuter 1927 an. Lediglich geringmächtige, feinkörnige Sandsteine direkt unter dem Arietensandstein werden von Gumbel als teilweise fraglicher Angulatusandstein bezeichnet (Gumbel 1864, S. 250; Burghann, 1891 a, S. 391; Haimendorf, 1888 b; Brunner Berg und Lindenlohe).

Gothan 1914 beschreibt aus dem Gebiet Lauf-Schnaitach eine liassische Flora. Er bezeichnet den oberen Teil des „Rhät“ als kontinentales Äquivalent der Pylonoten- und zum Teil der Schlotheimien-Schichten. Rüger (1924, S. 164), Frank (1930 a, S. 141) und Stahl (1930, S. 99) schließen sich dieser Meinung zum Teil an. Das liassische Alter der oberen Grenzschichten wurde erneut durch Megasporen-Untersuchungen von Jung (1960) bestätigt. (In der Arbeit Jung (1960, S. 153—156) ist eine ergänzende Darstellung über die Geschichte der Erforschung der Rät-Lias-Grenzschichten enthalten).

3. Petrographie

a) Sandsteine

Die Grenzschichten bestehen größtenteils aus kreuzgeschichtetem, weißem und ockerbraunem, rostbraun gestreiftem bis geflecktem Grobsandstein, selten Feinsandstein. Die Korngröße der Quarze beträgt durchschnittlich 0,1—0,5 cm. Sie sind eckig bis kantengerundet. Nur in frischen Anrissen (Bächen und Steinbrüchen), in denen noch eine schützende Decke Unteren Schwarzjuras darüber liegt, ist der Sandstein noch fest; sonst ist er mürbe oder vollkommen zu lockerem Sand verwittert. Das Bindemittel besteht überwiegend aus Ton. Selten tritt daneben spätiger, weißer Kalk auf. Diese Sandsteine mit kalkigem Bindemittel finden sich als Linsen bis zu einem Meter Mächtigkeit überall in den Grenzschichten; so liegen im Knöpflegraben zwei Linsen übereinander. Ein geringer Kalkgehalt findet sich in den Profilen an der Schwarzach diffus in den gesamten Grenzschichten. Da das kalkige Bindemittel an kein bestimmtes Niveau gebunden ist, scheidet dieses Merkmal für Parallelisierungsversuche aus. In dem Sandstein mit kalkigem Bindemittel sind öfters Feldspäte völlig unverwittert erhalten. In den übrigen Sandsteinen dagegen sind sie stark angewittert bis völlig kaolinisiert. Im Vergleich zum Burgsandstein sind die Feldspäte aus den Grenzschichten, bis auf die aus Sandsteinen mit kalkigem Bindemittel, wesentlich stärker kaolinisiert. Nach Knetich (1929, S. 137) und Steinlein (1953, S. 73) ist eine derart unterschiedliche Zersetzung der Feldspäte in den einzelnen Schichtgliedern während oder kurz nach der Sedimentation entstanden. Damit wäre die Kalkausscheidung in den Grenzschichten vor der Kaolinisierung erfolgt, denn sonst müßten die Feldspäte in den Sandsteinen mit kalkigem Bindemittel auch kaolinisiert vorliegen.

Außer tonigem und kalkigem Bindemittel kommt feinverteilt oder in Butzen Pyrit und Markasit vor. Beide treten als Sphäroide bis zu 10 cm Durchmesser auf. Pyrit wurde öfters (Hüttenbach, Großbellhofen, Wolfshöhe, Teufelskirche, Pfaffental und Teufelsgraben) idiomorph als Oktaeder und als Kombination von Oktaeder und Würfel gefunden. Die rostbraunen Flecken und Streifen in den Sandsteinen sind wahrscheinlich Verwitterungsprodukte von feinverteiltem Pyrit. In Großbellhofen trat an einer Stelle Bleiglanz auf.

In Hüttenbach wurde außerdem in einer Linse ein Feinsandstein mit grünlichem Bindemittel unter der Tonlinse gefunden. Er gleicht dem von Krumbeck (1939, S. 107) beschriebenen „Grünerde-Sandstein“. Dieser Sandstein tritt selten und dann nur in Linsen unter mehreren Metern mächtigen Tonlinsen, nicht jedoch als durchgehende „Leitschicht“ auf. Damit erscheint der Krumbeck'sche (1939) Parallelisierungsversuch fragwürdig, den Grünerdesandstein vom Großen Haß-Berg mit dem von Zapfendorf und Großbellhofen für gleichaltrig zu erklären.

Dünnschliffbeschreibung: Einige Dünnschliffe aus den Sandsteinen mit kalkigem Bindemittel von Leinburg und aus dem Knöpflegraben zeigen folgendes: Die einzelnen Quarzkörner schwimmen in einer grobspätigen Kalzit-Matrix. Sie sind eckig und zeigen grubige bis narbige Kornbegrenzung. Dies ist auf Lösung von Quarz und auf Verdrängung durch Kalzit zurückzuführen. Die Feldspäte sind bis auf kleine Reste völlig in Kalzit umgewandelt. Da die Feldspäte noch in Resten völlig unverwittert erhalten sind, muß die Verdrängung durch Kalzit vor der Kaolinisierung stattgefunden haben. Heling (1963, S. 40) und Aldinger (1965, S. 68) beschrieben aus den Sandsteinen des Mittleren Keupers von Württemberg ebenfalls Pseudomorphosen von Kalzit nach Quarz und Feldspat.

b) Ton

Mächtigkeit und Ausdehnung der Tonlinsen sind recht unterschiedlich. Teils sind sie nur 0,10 bis 0,30 m mächtig und keilen im Aufschluß bereits aus, teils erreichen sie bis zu fünf Meter Mächtigkeit und sind bis zu zwei Kilometer zu verfolgen (siehe Profile entlang der Schwarzach, Abb. 8, 9). In Großbellhofen ist die Linse sogar bis zu zehn Metern mächtig. Die Tonlinsen finden sich in jedem Niveau der Grenzschichten und sind daher für Parallelisierungsversuche ungeeignet (Abb. 7—9). Die Tone sind völlig karbonatfrei, feingeschichtet oder ungeschichtet und bröckelig. Sie sind meist hell- bis dunkelgrau, seltener hellviolet bis hellrot gefärbt. Die dunkelgraue Farbe rührt wohl von feinverteilten Pflanzenresten her.

c) Gerölle

Im Arbeitsgebiet fehlen durchgehend verfolgbare Konglomerate. Doch kommen im unteren Teil der Grenzschichten Geröllinseln vor, die jeweils nach einigen Metern wieder auskeilen (Steinbrüche westlich Ungelstetten, Geißleite, Brunner Berg, nördlich Rummelsberg). Daneben treten einzelne in den Sandstein verstreute Gerölle insbesondere an der Basis auf.

Als Komponenten wurden neben höchstens 6 cm großen, weißen, dunkelgrauen oder rosa, derben Quarzen noch folgende, seltenere Gerölle festgestellt:

grauer Sandstein mit kieseligem Bindemittel, schwarzer, weiß gebänderter Kieselschiefer, dunkelgrauer Gneis (alle erreichen bis zu 5 cm Durchmesser und sind kantengerundet bis gut gerundet), grauer, gut gerundeter Ton bis zu 10 cm Durchmesser, eckige Sandsteinbrocken eines ockerbraunen Grobsandsteins, bis zu 40 cm Durchmesser (Teufelsgraben).

Im Vergleich zu den Grenzschichten sind im Oberen Burgsandstein die Gerölle und die Feldspäte weniger stark verwittert und die Quarze sind außerdem größer (bis zu 14 cm). Hier besteht eher die Möglichkeit, daß leicht zerreibbare Komponenten, die weiteren Aufschluß über das Herkunftsgebiet geben können, erhalten geblieben sind. Im Roggenbach wurden in einer Gerölllinse außerdem noch folgende Gesteine festgestellt:

heller Aplitgranit bis zu 9 cm Durchmesser, verwitterter Glimmerschiefer, grünlicher und hellgrauer Gneis, gebänderter, grüner Chalzedon und hellroter, teils brekziöser, teils gebänderter Karneol, Quarzporphyr, grünlich und rotbraun. Im Dünnschliff sind idiomorphe Quarze mit sechsseitigem Querschnitt und kurzem Prisma und manchmal Hellglimmer als Einsprenglinge zu sehen. Die feinkristalline Grundmasse besteht ebenfalls aus Quarz und Hellglimmer. dunkelgraue Grauwacke

Da die Grenzschichten nach eigenen Messungen (siehe S. 25) aus Süd-Ost bis Ost-Süd-Ost, die des Oberen Burgsandsteins nach Knetsch (1929, S. 116) und Haarländer & Schnitzer (1961, S. 19) ebenfalls aus Süd-Ost bis Ost-Süd-Ost von der Vindelizisch-Böhmischen Masse her geschüttet worden sind, können die Gerölle beider Schichten zusammen für paläogeographische Auswertungen verwendet werden. Aus dem Grundgebirge stammen: Gneis, Glimmerschiefer und Aplitgranit, aus dem Altpaläozoikum: Kieselschiefer und vielleicht Quarzit. Nach Pfeiffer (1921, S. 19—22) stammen die Quarzporphyre aus dem Rotliegenden. Für die Herkunft der eingekieselten Sandstein- und Karneolgerölle kommen drei Schichtglieder in Betracht:

1. **Rotliegendes:** Koenigswald (1929, S. 216—224) und Steinlein (1953, S. 7) beschreiben aus dem Rotliegenden silifizierte Sandsteine und Karneoldolomite. Für einige gebänderte rosa bis rote, z. T. brekziöse Karneol-Gerölle trifft die Beschreibung zu. Da die Kieselschiefer randlich des öfteren gebleicht sind, wird angenommen, daß die Karneolgerölle ebenfalls gebleicht sind und daher nicht die ursprünglich tiefrote Farbe besitzen.

2. **Buntsandstein:** Die von Steinlein (1953, S. 17) gegebene Beschreibung der Buntsandsteinkarneole könnte ebenfalls für die Karneolgerölle aus dem Burgsandstein zutreffen. Besonders Steinlein's „Buntquarzbrekzien unbekannten Alters“ ähneln den brekziösen Karneolen der Burgsandsteins. Nach Wurster (1964) wird der Buntsandstein völlig von Muschelkalk überdeckt und scheidet als Schuttliefe-

brant aus. Steinlein (1953, Taf. 3) gibt aber unmittelbar über Buntsandstein Keuper an. Deshalb ist die Umlagerung von Buntsandstein möglich.

3. Burgsandstein: Nach G. Fischer (1925, S. 458—460) und Knetsch (1929, S. 137) hat die Silifizierung und Karneolbildung im Burg- und Blasensandstein kurz nach der Sedimentation stattgefunden. Daher könnten die Karneole und Sandsteingerölle des Oberen Burgsandsteins bereits aufgearbeiteter Sandsteinkeuper sein. Da zur Zeit der Grenzschichten und des Burgsandsteins dasselbe Abtragungsgebiet anzunehmen ist, wäre zu vermuten, daß auch in den Grenzschichten Karneol- und Quarzsandsteingerölle gefunden werden. Aber trotz intensiver Suche wurden keine derartigen Gerölle gefunden. Vermutlich stammen diese Gerölle aus dem Sandsteinkeuper selbst. Im Rät und Unteren Lias könnten aber auch im Abtragungsgebiet die älteren Schichten, Rotliegendes bis Sandsteinkeuper, abgetragen oder überdeckt sein, so daß daher keine Karneolgerölle aus älteren Schichten in die Grenzschichten gelangen konnten.

4. Windkanter

Neben kantengerundeten und gut gerundeten Geröllen kommen auch eckige Quarze mit glatten Flächen vor, die Windkantern ähneln.

Über das Vorkommen von Windkantern im fränkischen Keuper äußern sich folgende Autoren: bereits Fickenscher (1911a, S. 11) beschreibt „seltene aber oft deutliche Windschliffe“ aus dem Burgsandstein; doch in der Zweitaufgabe (1924) liest man darüber nichts. Knetsch (1929, S. 114) erwähnt Windkanter aus allen Keuperschichten. Reuter (1927, S. 34) beschreibt „schöne Windschliffe“ aus dem Unteren und Mittleren Burgsandstein. Wasserstein (1933, S. 342) führt „fragliche Windkanter“ aus dem Burgsandstein an. Nach Krumbeck (1939, S. 118 u. 1931, S. 5) „sind aus dem Keuper keine Windschliffe bekannt“. Emmert (1964, S. 116) nennt aus dem Oberen Burgsandstein Windschliffe.

Da recht widersprechende Angaben über das Vorkommen von Windkantern gemacht werden, soll darauf näher eingegangen werden. Nach Walther (1887, S. 134) besitzt ein typischer Windkanter folgende Kennzeichen: Zwei oder mehrere Flächen sind eben und geglättet. Sie schneiden sich in einer Kante bzw. mehreren Kanten und bilden dabei meist stumpfe Winkel miteinander. Während diese Flächen bei ihrer Entstehung frei lagen, zeigt die Seite, die durch das umgebende Sediment verhüllt war, einen natürlichen Bruch je nach Ausgangsmaterial, bei Quarzen eine raue, unebene Fläche. Es kann auch die ganze Oberfläche angeschliffen sein, wenn das Gestein gedreht und nochmals angeschliffen wurde.

Für wenige Gerölle trifft diese Beschreibung zu, und zwar wurden echte Windkanter nur an wenigen Fundpunkten aus dem Anstehenden nachgewiesen: Aus dem Oberen Burgsandstein „Tiefes Tal“ (41 070/79 780), Roggenbach (46 160/81 330) und Stein-

bruch Schönbühl (45 440/79 650) und aus den Rät-Lias-Grenzschichten bei Ungelstetten (Schurf 103 des Autobahnarmes Nürnberg 1,5 km ESE Ungelstetten, 50 500/74 700).

Viele Gerölle haben ein den Windkantern ähnliches Aussehen: Ihre Flächen sind wohl geglättet, die Kanten jedoch abgerundet, so daß sie nicht mehr als Windkanter angesehen werden können.

Andere Gerölle zeigen wohl Kanten, aber dafür eine raue Oberfläche und häufig Winkel unter 90°. Oft verlaufen Sprünge parallel zu den ebenen Flächen. Vermutlich sind diese windkanter-ähnlichen Gerölle bei der Verwitterung nach vorgezeichneten, feinen Klüften zerbrochen und beim Transport unwesentlich abgerundet.

5. Mächtigkeit und Anteil der Sandsteine und Tone im Profil

Die Mächtigkeit der Grenzschichten schwankt sehr stark. Sie nimmt im Norden bei der Tongrube Ottensoos von der geringsten beobachteten Mächtigkeit mit 2,9 m nach Süden bis auf 26 m zu, 0,8 m südwestlich davon im Knöpflegraben. Sie vermindert sich nach 2 bis 4 km im Gebiet Schönbühl-Haimendorf-Leinburg wieder auf 4—9 m und nimmt bis Burgthann nochmals auf maximal 20 m zu (Abb. 7). Weiter nach Süden zu, in der Gegend von Hilpoltstein, wechselt die Mächtigkeit noch mehrmals (Gruss 1956, S. 5, 1958, S. 10—11, Bergler 1937), bis die Grenzschichten dann völlig auskeilen und bei Ellingen Schwarzjura- β direkt auf Feuerletten transgrediert.

Diese Mächtigkeitsunterschiede lassen auf ein Relief, das vor der Schüttung der Grenzschichten bestanden hat, schließen, ähnlich wie es Gumbel (1888a, S. 135) und Thürach (1888, S. 135—141, 1889, S. 10) vom Schilfsandstein beschreiben. Analog zum Schilfsandstein läßt sich eine geringmächtige „Normalfazies“ und eine zwei- bis fünffach mächtigere „Flutfazies“ unterscheiden, wie es bereits Krumbeck (1931, S. 13), Joos (1936, S. 37) und Kuhn (1937a, S. 157) beschreiben. Und zwar ist die Flutfazies rinnenförmig in das Liegende eingelagert. Diese Rinnen müssen etwa Ost-West verlaufen, da sich die Mächtigkeit in den Profilen in dieser Richtung nicht wesentlich ändert, während sie im Nord-Süd-Profil stark schwankt (Abb. 7—9). Frank (1930a, S. 190), Steinlein (1952, S. 6), Gruss (1957, S. 117, 1958, S. 10—11), Edlinger (1959, S. 99—100) und Bauberger, Haunschild, Schneider & Tillmann (1960, S. 44) geben ebenfalls stark schwankende Mächtigkeiten an, die eine Flut- und Normalfazies vermuten lassen. Daraus wird gefolgert, daß über ganz Franken hin eine Schichtlücke zwischen Feuerletten und Grenzschichten vorhanden sein muß, da zur Entstehung des Reliefs vor der Schüttung der Grenzschichten eine beträchtliche Zeitspanne anzunehmen ist.

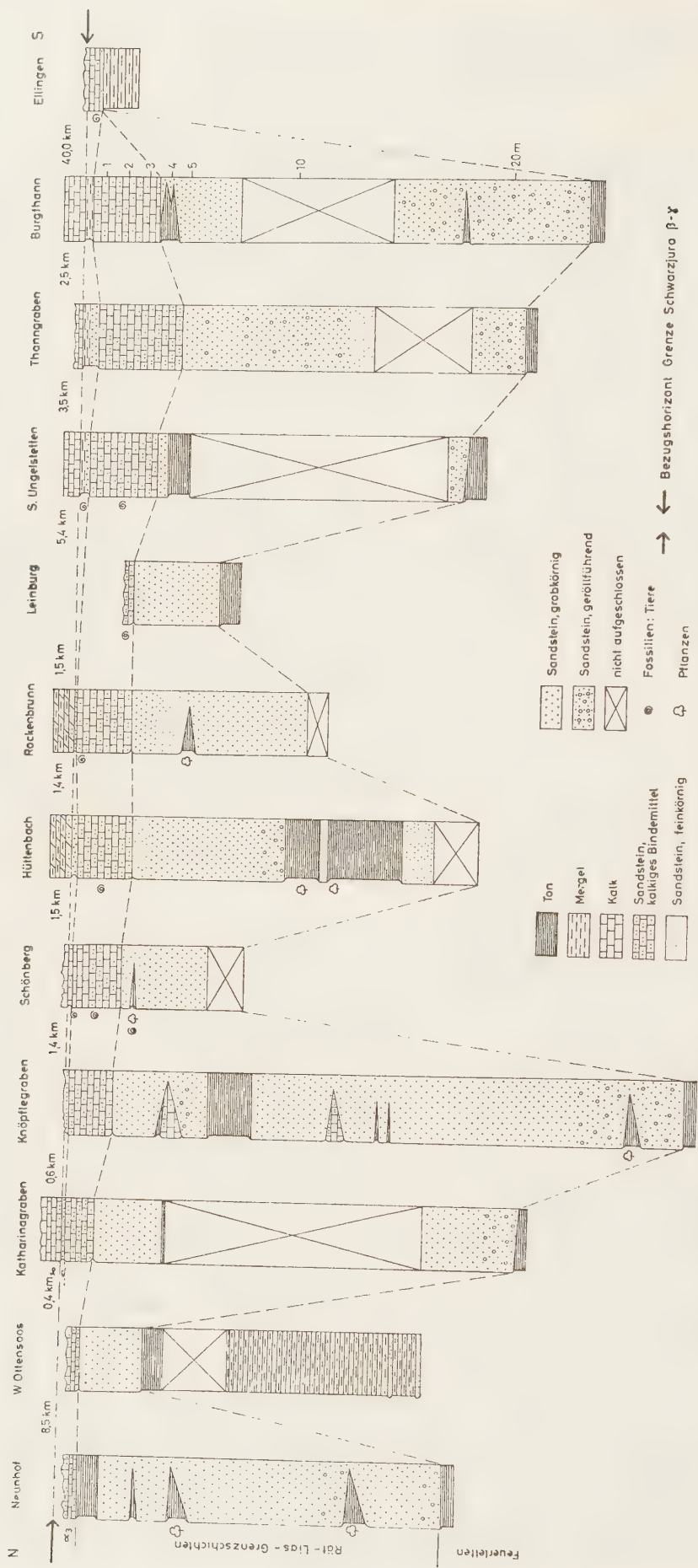


Abb. 7 Nord-Süd-Profilserie durch die Rät-Lias-Grenzschichten und den Unteren Lias im Gebiet östlich von Nürnberg. Profil durch Flut- und Normalfazies. Die Grenzschichten beginnen in der Flutfazies mit geröllführenden Grobsandsteinen und gehen dann nach dem Hangenden zu in Grobsandsteine, die häufig Tonlinsen enthalten, über. Die Normalfazies besteht größtenteils aus Grobsandsteinen, nur selten treten Tonlinsen von geringer Mächtigkeit auf. Über den Grenzschichten liegen Ariefensandstein, Oxynotum- und Raricostatum-Schichten in wechselnder Mächtigkeit.

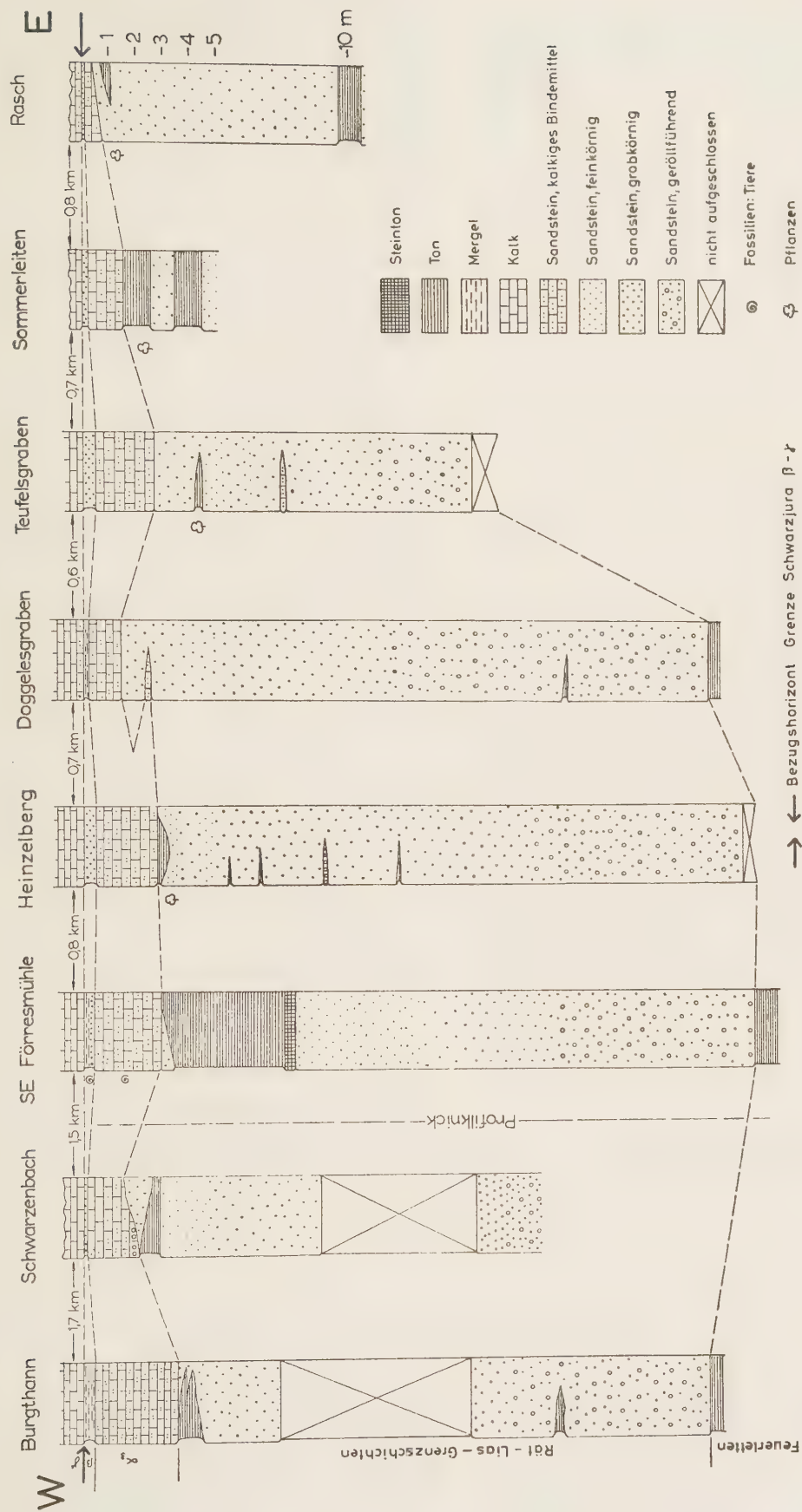


Abb. 8. West-Ost-Profilserie durch die Rät-Lias-Grenzschichten und den Unteren Schwarzhura südlich der Schwarzach. Profil durch die Fluffazies. Die Mächtigkeit bleibt etwa gleich und die Grenzschichten beginnen mit einem grobkörnigen, geröllführenden Sandstein. Nach dem Hangenden zu nimmt die Korngröße der Sandsteine ab und es treten häufiger Tonlinsen auf. Der von West nach Ost allmählich auskeilende Arietensandstein verzahnt sich mit den Grenzschichten.

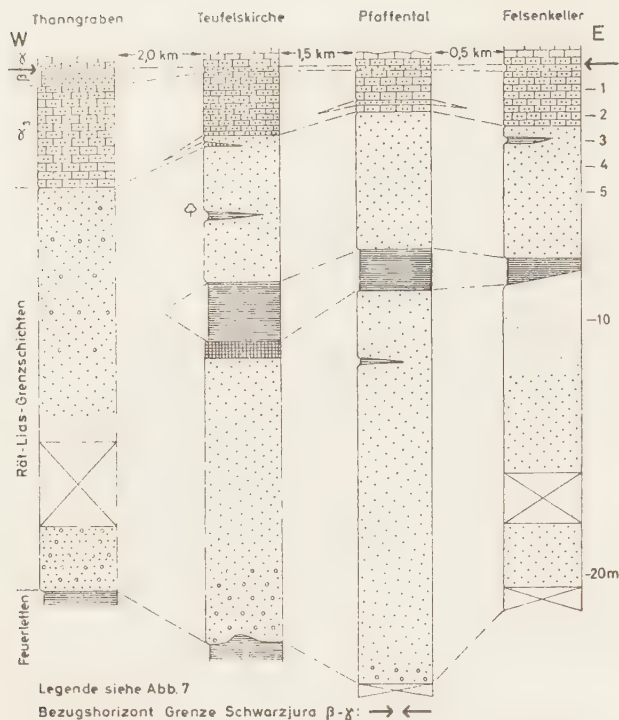


Abb. 9. West-Ost-Profilserie durch die Rät-Lias-Grenzschichten und den Unteren Schwarzjura nördlich der Schwarzach. Profil durch die Flutfazies. Die Mächtigkeit bleibt etwa gleich und die Grenzschichten beginnen mit grobkörnigen, geröllführenden Sandsteinen. Nach dem Hangenden zu nimmt die Korngröße der Sandsteine ab und Tonlinsen treten häufiger auf. Darüber folgt der Arietensandstein, dessen Mächtigkeit von W nach E abnimmt und dessen unterste Bank sich aufspaltet und sich mit den Grenzschichten verzahnt.

Eine Verzahnung zwischen den Sandsteinen der Grenzschichten und den Tonen des oberen Feuerletten, wie sie Frank (1930b, S. 52), Reiff (1938) und Emmert (1965, S. 152) zwischen Schilfsandstein und Estherischichten annehmen, ist nicht nachzuweisen. Sie scheidet aus, weil die wenigen und geringmächtigen Tonlinsen an der

mungsbändern, wie sie Wurster (1965, S. 36 bis 44) vorgenommen hat, kann nicht durchgeführt werden, da in der Normalfazies keine Anzeichen für ruhigere Sedimentationsverhältnisse vorhanden sind. Die Kreuzschichtung ist genauso wie in der Flutfazies vorhanden und die Tonlinsen sind geringmächtiger und seltener als in der Flutfazies. Deshalb werden die alten Bezeichnungen Flut- und Normalfazies beibehalten.

Ein Normalprofil durch die Grenzschichten läßt sich nicht aufstellen, da keinerlei Leithorizonte vorhanden sind. Darin stimmen die Grenzschichten mit dem Schilfsandstein überein (vgl. Emmert 1964, S. 101). Doch sind folgende Gesetzmäßigkeiten vorhanden:

Die Grenzschichten beginnen östlich von Nürnberg in der Flutfazies meist mit einem Grobsandstein, der einzelne Gerölle und geringmächtige Konglomeratlinsen enthält. Tongerölle erreichen 10 cm, Sandsteinblöcke 40 cm und die restlichen Gerölle 6 cm Durchmesser. Nach dem Hangenden zu nehmen die Gerölle an Häufigkeit und Größe ab (Quarze bis zu 1,5 cm und Tongerölle bis zu 4 cm Durchmesser). Geröllführende Partien an der Basis des Rät beschreiben bereits Thürach (1889, S. 77) und Krumbeck (1939, S. 11, 14), und an der Basis der Grenzschichten Steinlein (1952, S. 6) und Reul (1953, S. 18); es ist also an der Basis des Rät und der Grenzschichten ein Geröllhorizont weit verbreitet. Die durchschnittliche Korngröße der Quarze nimmt ebenfalls vom Liegenden zum Hangenden ab. Besonders unter dem Arietensandstein finden sich häufig feinkörnige Sandsteine, die bis auf einen hohen Glimmergehalt dem Angulatensandstein so ähneln, daß sie von Gumbel (1864, S. 39, 42, 1888a, 1891a), Rüger (1924, S. 141) und Krumbeck (1931, 1933, 1936, S. 39, 42) als Angulatensandstein bezeich-

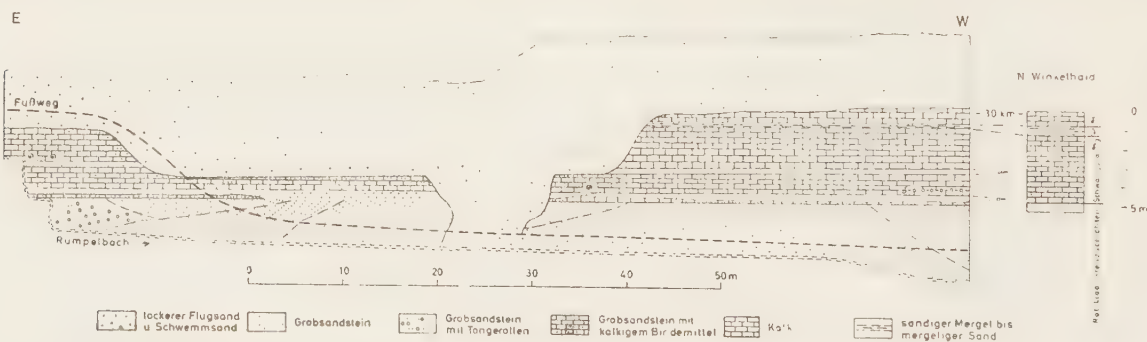


Abb. 10. Ansichtprofil des Rumpelbaches (Bl. Happurg 6534, 3,0 km NW Altdorf). Die Rät-Lias-Grenzschichten verzahnen sich mit dem Arietensandstein.

Basis der Flutfazies bereits im Aufschluß auskeilen und nirgends über größere Entfernungen verfolgbar sind. Da die Sandsteine an der Basis der Flutfazies besonders grobkörnig und häufig geröllführend sind, ist eine Verzahnung mit den Tonen des oberen Feuerletten recht unwahrscheinlich. Eine Trennung in eine geringmächtige Stillwasser-Fazies und eine mächtigere mit Strö-

net worden sind.

Entsprechend der Korngrößenabnahme der Sandsteine nimmt die Häufigkeit und Mächtigkeit der Tonlinsen von unten nach oben zu. An der Basis der Grenzschichten kommen selten bis zu 0,8 m mächtige, meist sandige Tonlinsen, im oberen Teil häufig Tonlinsen vor, die bis zu zehn Metern mächtig werden.

Die Mächtigkeit der Kreuzschichtungskörper wechselt ebenfalls: An der Basis sind es meist kleine, 0,2—0,5 m mächtige Schüttungskörper, die bereits im Aufschluß auskeilen. In den obersten Metern unter dem Arietensandstein sind sie 2 bis 3 m mächtig.

Die Normalfazies besteht aus Grobsandsteinen, die sehr selten geringmächtige Tonlinsen enthalten.

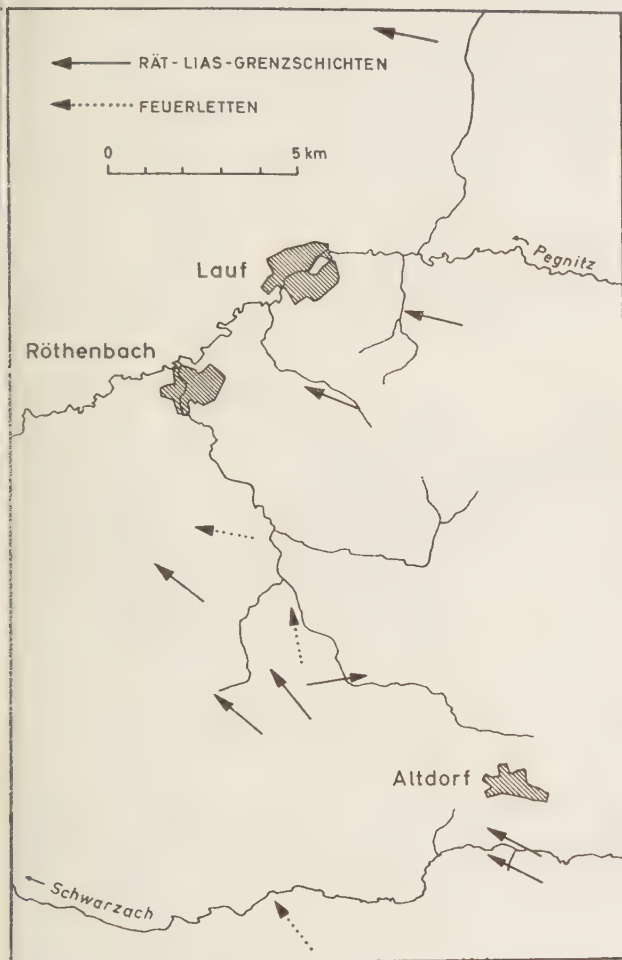


Abb. 11. Schüttungsrichtung im Feuerletten und in den Rät-Lias-Grenzschichten aus SE bis ESE (gemessen an der Schrägschichtung im Feuerletten und in den Grenzschichten an der Schrägschichtung bzw. an der Einregelung der inkohlten Hölzer).

6. Schüttungsrichtung

a) Schrägschichtung

Um die genaue Schüttungsrichtung zu ermitteln, wurden Schrägschichtungsmessungen vorgenommen. Die Aufschlußverhältnisse waren jedoch ungünstig, denn die meisten Aufschlüsse zeigen glatte absandende Wände. So konnten nur in fünf Aufschlüssen 50—70 Messungen, über 50 bis 200 m Aufschlußwand verteilt, gewonnen werden. Sie genügen zur Festlegung der Schüttungsrichtung von der Vindelizisch-Böhmischen Masse aus Süd-Ost bis Ost-Süd-Ost (Abb. 11), wie es die Profile (Abb. 7—9) bereits andeuten.

b) Einregelung der Hölzer

In einigen Aufschlüssen stehen inkohlte Hölzer für eine statistische Auswertung in genügender Zahl an. Es wurden nur Hölzer genommen, die mindestens 15 cm freigelegt werden konnten. Deutlich ist das Maximum im Diagramm Großbellhofen (Abb. 12). Hier sind die Aufschlußverhältnisse besonders günstig: Auf einer eng begrenzten Fläche (10 × 20 m) wurden sämtliche Hölzer, die 1—3 m lang waren, freigelegt. In den restlichen Aufschlüssen verteilen sich die Messungen auf 100—200 m Aufschlußwand. In diesem Bereich kann sich die Schüttungsrichtung bereits etwas geändert haben, so daß bei einer im Verhältnis zur Aufschlußgröße geringen Anzahl Messungen (70—120 Messungen auf 100—200 m Aufschlußwand) von vornherein ein unklares Ergebnis zu erwarten ist. Da außerdem die Hölzer an den Wänden oft nur 15 cm freigelegt werden konnten, wären etwaige Krümmungen als weitere Fehlerquellen zu berücksichtigen. Auch konnten bis auf wenige Ausnahmen keine Verzweigungen der Hölzer beobachtet werden. Nur in Großbellhofen wurden früher Stämme bis zu 8 m Länge mit Wurzel- und Astansätzen gefunden. Die längsten heute noch sichtbaren und bis zu 6 m langen Stämme konnte ich im Teufelsgraben feststellen.

In den Aufschlüssen Teufelsgraben, Hüttenbach und Felsenkeller sind die Hölzer in Sandstein eingebettet. Die meisten Hölzer streichen SE-NW bis ESE-WNW, ein kleiner Teil ist senkrecht dazu etwa SW-NE eingeregelt. Nach A. H. Müller (1951, S. 99) werden unter Einfluß einseitiger Strömungen (z. B. in Flüssen) die meisten Hölzer parallel zur Strömungsrichtung, einige auch senkrecht dazu eingeregelt. Ihre Lage in den Grenzschichten ergibt, daß die Schüttung aus SE bis ESE kam. Diese Schüttungsrichtung wurde durch Schrägschichtungsmessungen ebenfalls ermittelt. Die Hölzer von Großbellhofen sind in Ton eingebettet und sie streichen zum allergrößten Teil 10—20° E und wenige senkrecht dazu. Hier kann die Schüttung nicht aus S oder N gekommen sein, denn in beiden Richtungen keilen die Tone aus. Eine Einregelung der Hölzer nach 15° E wurde auch in der Teufelshöhle (im Pfaffental nördlich Prackenfels) festgestellt. An der Decke der Teufelshöhle sind unmittelbar über einer Tonlinse 0,2—1,0 m lange Hölzer dicht nebeneinander so eingeregelt, daß sie rezenten Spülsäumen völlig gleichen. Nach A. H. Müller (1951, S. 99) werden in stehenden Gewässern und an Ufern von Gewässern die Pflanzenreste durch den Wellenschlag und zwar senkrecht zur Schüttungsrichtung eingeregelt. Nach der Einregelungsart sind die Tone von Großbellhofen und der Teufelshöhle in einem See und die Sandsteine in Flüssen abgelagert worden.

7. Zur Frage einer Schichtlücke zwischen Rät-Lias-Grenzschichten und marinem Schwarzjura

Wie bereits erwähnt (S. 19) haben G ü m b e l (1864, S. 251—252, 1891, S. 391) und K r u m b e c k (1932, S. 14, 1933, S. 320, 1939, S. 91) im Arbeitsgebiet eine Schichtlücke, die Schwarzjura α_{1-2} umfassen soll, angenommen, weil sie nur örtlich Angulatensandstein unter dem Arietensandstein zu erkennen glaubten. Diese Annahme wurde durch die Arbeit von Gothan (1914,

1935) widerlegt und die Grenzsichten wurden dann zum Teil als kontinentale Äquivalente des marinen Schwarzjura α_{1-2} angesehen. Besonderer Wert wurde von Frank (1930a), Krumbeck (1933, Taf. 1) und Schieber (1936) auf Geröllhorizonte, im Arbeitsgebiet auf die sogenannte Kupferfelsbank, gelegt. Sicher entstehen beim Übergang von fluviatiler zu mariner Sedimentation Aufarbeitungslagen. Sie sind in Mittelfranken sehr selten und nur auf eng begrenztem Gebiet vorhanden, so daß ihnen kein Wert als Leithorizont zugesprochen werden kann (S. 30) Krumbeck (1933, Taf. 1, 1936, S. 58) weist auf die wellige Unterfläche und die schwankende

dem Sandstein der Grenzsichten. Kuhn (1949, S. 179) weist außerdem Pflanzentone in dem Arietensandstein nach. Dadurch ist eine Verzahnung der Rät-Lias-Grenzsichten mit marinem Unterem Schwarzjura, ähnlich wie sie Krumbeck (1933, S. 300—317, 1939) annimmt, nachgewiesen.

Folgende Beobachtungen untermauern dies: Sandsteinbänke vom Typ der Grenzsichten konnten im unteren Arietensandstein im Rumpelbach und im Pfaffental gefunden werden. Außerdem sind in den Grenzsichten 0,5—1,0 m unter dem Arietensandstein Kalksandsteinlinsen im Rumpelbach, im Doggelesgraben und in der

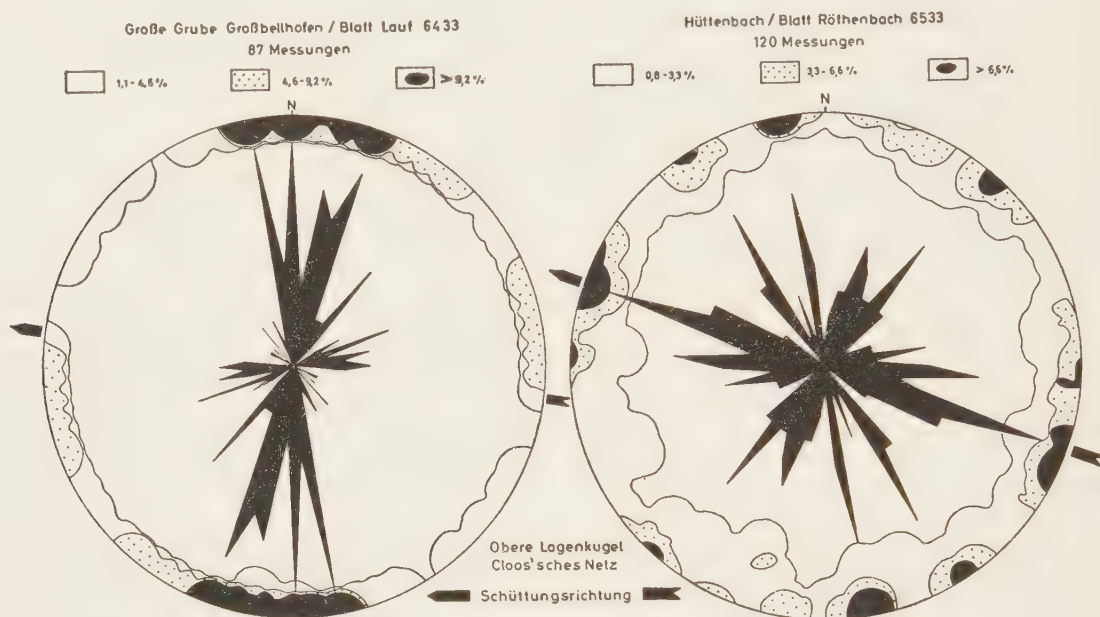


Abb. 12. Einregelung der Hölzer in Sandsteinen und Tonen der Rät-Lias-Grenzsichten. A. Einregelung von in Tonen sedimentierten Hölzern (Tongrube Großbellhofen) etwa N—S. Die Schüttung kann nicht aus N oder S gekommen sein, da die Tonlinse von Großbellhofen in diesen Richtungen auskeilt. B. Einregelung der Hölzer in Sandsteinen etwa ESE parallel zur Schüttungsrichtung, die hier an der Schrägschichtung festgestellt worden ist. (Über das verschiedene Verhalten der Einregelung siehe S. 25).

Mächtigkeit des Arietensandsteins hin und hält damit eine Schichtlücke für nachgewiesen. Wellige Unterfläche und Mächtigkeitsschwankungen lassen nicht auf eine größere Schichtlücke schließen. Auch durch darüber liegenden Arietensandstein abgeschnittene Schrägschichtung der Grenzsichten, die öfters (Ludwigshöhe, Lenzenberg, Knöpflegraben, Hüttenbach) gefunden wurde, ist noch keine Schichtlücke von längerer Dauer nachgewiesen. Hier wurde bei der Transgression ein vorhandenes Relief eingeebnet und zugeschüttet. Dies alles sind Abrasionserscheinungen, die bei einer Transgression zu erwarten sind, wie es bereits Frank (1930a, S. 191) erwähnt. Eine längere Zeit umfassende Schichtlücke kann dadurch aber nicht nachgewiesen werden.

Sehr wesentlich ist eine Erscheinung, die bisher nicht besonders beachtet wurde. Kuhn (1949, S. 78, 1955a, S. 408—411) beschreibt *Psiloceras cf. plicatulum* aus pflanzenführenden Grenzsichten, bezw. *Psiloceras cf. helmstedtense* aus

Teufelskirche eingeschaltet. Sie keilen jeweils nach Osten im Aufschluß aus. Dies entspricht der allgemeinen Mächtigkeitsabnahme des Arietensandsteins von West nach Ost (vgl. Abb. 8—10, Taf. 3). Da diese Linsen von Arietensandstein gerade im Gebiet größter Mächtigkeitsabnahme des Arietensandsteins auftreten, muß daraus gefolgert werden, daß die jeweils unterste Bank nach Osten auskeilt und sich mit den Grenzsichten verzahnt. Es kann daher keine länger andauernde Schichtlücke vorhanden sein; denn wenn Aufbereitung in größerem Umfang stattgefunden hätte, wäre diese Verzahnung nicht entstanden, oder wäre sicher aufgearbeitet worden.

Da sich Arieten- und Rät-Lias-Grenzsichten miteinander verzahnen, sind sie als Bezugshorizonte für die Säulenprofile ungeeignet. Brauchbar ist die Grenze Schwarzjura β - γ , denn die Mächtigkeitsunterschiede sind im Schwarzjura β - γ gering, so daß kein größeres Relief während der Sedimentation zu vermuten ist.

8. Fossilführung

Tierische Reste wurden nicht gefunden, nur Spuren und ein Fraßbau (*Rhizocorallium*). Die von Hagen (1880) beschriebene *Schlotheimia* von Burghann wurde bereits von Stahl (1930, S. 100) als *Androgynoceras* berichtigt. Auch eine Mikrofauna konnte in keiner der 49 untersuchten Schlammproben nachgewiesen werden. Hölzer sind dagegen häufig. Weitere wohlhaltene Landpflanzenreste, insgesamt 40 Arten, wurden von Gothan (1914) von den Fundpunkten Heuchlinger Berg, Dehnberg, Speikern, Wolfshöhe, Großbellhofen, Eckenheid, Käs Wasserschlucht und Buchenbühl beschrieben. Auf eine Wiederholung der Gothan'schen Florenliste soll verzichtet werden, da ein Teil der Pflanzen revisionsbedürftig ist. Vorliegende Florenliste ist im Vergleich zu Gothan (1914) recht spärlich. Hierbei ist jedoch neues Material von den Fundorten Großbellhofen und Wolfshöhe, das bei einer Revision der liassischen Flora durch Herrn Dr. W. Jung bearbeitet wird, nicht enthalten. Stromer (1909, S. 4—6) nennt außerdem von der Teufelskirche und vom Teufelsgraben weitere Pflanzen. Neu hinzu kommen die Fundpunkte um den Moritzberg, einige an der Schwarzach und bei Neunhof.

Wesentlich weiter verbreitet als Makroreste sind Megasporen, die in 15 Proben gefunden wurden. Um die Pflanzenreste in den häufig stark sandigen Schlammrückständen anzureichern, wurden Schwerflüssigkeiten (Tetrachloräthylen bzw. Tetrachloräthan) zur Trennung von Quarz und Pflanzenresten verwandt.

Fundpunkte:

Fongrube E Forchheim/Bl. Forchheim 6232 (34 320/09 720)	1
Steinbruch Wunderberg E Marloffstein/Bl. Erlangen-Nord 6332 (33 720/98 200)	2
Kahlberg 2 km SW Kalchreuth, Profil siehe Krumbeck (1936, S. 42) Bl. Erlangen-Süd 6432 (35 660/90 440)	3
Käs Wasserschlucht, 800 m NE Röckenhof/Bl. Erlangen-Süd 6432 (39 160/92 860)	4
Neunhof, Straße nach Bullach/Bl. Lauf 6433 (44 380/91 350)	5
Neunhof, Dorfbach 500 m NE/Bl. Lauf 6433 (44 780/91 390)	6
Neunhof, Steinbruch 600 m E/Bl. Lauf 6433 (45 020/91 010)	7
Knöpfelgraben, 3 km SE Lauf/Bl. Lauf 6433 (50 900/85 100)	8
Schönberg, Kanalbau an der Straße nach Lauf/Bl. Röthenbach 6533 (50 000/83 820)	9
Hüttenbach, 0,7 km N Haimendorf/Bl. Röthenbach 6533 (48 980/82 800)	10
Haimendorf, Steinbruch (alte Halde) 1,3 km W/Bl. Röthenbach 6533 (47 780/82 040)	11
Rockenbrunn, 300 m N Wirtschaft Schramm/Bl. Röthenbach 6533 (48 540/81 560)	12
Heinzelberg, Schlucht am südlichen Talhang der Schwarzach, 900 m W Prackenfels/Bl. Altdorf 6634 (43 900/70 450)	13
Prackenfels, Steinbruch 200 m W/Bl. Altdorf 6634 (52 540/70 800)	14
Teufelsgraben/Bl. Altdorf 6634 (53 290/69 850)	15
Sommerleiten, Bach 600 m E Teufelsgraben/Bl. Altdorf 6634 (53 950/70 450)	16
Rasch, 180 m E Kirche/Bl. Altdorf 6634 (54 850/70 200)	17

Tiere:

<i>Rhizocorallium</i> sp.	9
---------------------------	---

Pflanzen: (Bestimmung durch Dr. W. Jung)

Makroreste:

Articulatae, Equisetaceae:	
<i>Equisetites muensteri</i> Sternberg	10, 15
Articulatae, Phyllotheceae:	
<i>Neocalamites hoerensis</i> (Schimper) Halle	6
Filicinae, Osmundaceae:	
<i>Todites principes</i> (Presl in Sternberg) Gothan	10, 12

<i>Todites</i> sp.	6
Filicinae, Matoniaceae:	
<i>Phlebopteris angustiloba</i> (Presl) Hirmer & Hörhammer	10, 15
<i>Phlebopteris muensteri</i> (Schenk) Hirmer & Hörhammer	6, 11, 13, 15
<i>Phlebopteris brauni</i> (Goepfert) Hirmer & Hörhammer	11, 13
<i>Selenocarpus muensterianus</i> (Presl) Schenk	15
Filicinae, Dipteridaceae:	
<i>Dictyophyllum acutilobum</i> (F. Braun) Schenk	6, 10
<i>Clathropteris meniscioides</i> Brongniart	6
Pteridospermae incertae sedis:	
<i>Thinnfeldia rhomboidalis</i> Ettinghausen	10, 12, 15
<i>Thinnfeldia hartmanniana</i> Gothan	10
Cycadinae, Nilssonaceae:	
<i>Nilssonia acuminata</i> Presl	12
<i>Nilssonia acuminata</i> Presl var. <i>punctata</i> Gothan	15
Cycadinae, Bennettitaceae:	
<i>Piroconites kueserti</i> Gothan	6, 13, 15
<i>Bernettia inopinata</i> Gothan	16
Cordaitinae, Ginkgoaceae:	
<i>Ginkgoites taeniatus</i> (F. Braun) Harris	10, 15
<i>Baiera muensteriana</i> (Presl) Heer	10
Coniferae, Podozamitaceae:	
<i>Podozamites lanceolatus</i> (Lindley & Hutton) F. Braun	6, 12, 13
Coniferae, Taxodiaceae:	
<i>Swedenborgia cryptomerides</i> Nathorst	6
Coniferae, Pinaceae:	
<i>Voltzia</i> sp.	6, 15
Coniferae, Cheirolepidaceae:	
<i>Cheirolepis muensteri</i> (Schenk) Schimper	6, 8—13, 15—17
<i>Hirmeriella rhactoliassica</i> Hörhammer	9, 13, 15
Megasporen:	
<i>Bankisporites pinguis</i> (Harris) Dettmann	8
<i>Hughesporites cf. ionthus</i> (Harris) R. Potonié	x 8
<i>Verrutrites litchi</i> (Harris) R. Potonié	8
<i>Verrutrites franconicus</i> Jung	2, 4, 5, 13
<i>Bacutrites tylosus</i> (Harris) R. Potonié	1, 2, 7, 8, 10, 16
<i>Horstisporites semireticulatus</i> Jung	2, 12
<i>Horstisporites aff. semireticulatus</i> Jung	2, 4, 6, 7, 10, 13, 15—17
<i>Horstisporites areolatus</i> (Harris) R. Potonié	8, 12
<i>Nathorstisporites hopliticus</i> Jung	4—6, 13, 15
<i>Nathorstisporites peltasticus</i> Jung	1—7, 10, 13—16
<i>Erlansporites sparassis</i> (Murray) R. Potonié	x 8
x = erster Nachweis in Franken	

9. Altersstellung

Makroreste: Von den in der Fossiliste angeführten Pflanzen gelten *Nilssonia acuminata* und *Dictyophyllum acutilobum* nach Gothan (1914, S. 166) als charakteristische Arten der Thaumatopteris-Flora. Der für die liassische Flora leitende Farn *Thaumatopteris schenki* wurde nur durch Gothan (1914, S. 104) von Speikern von Schenk (1867, S. 73) von Strullendorf, Jägersburg und Veitlahm und Kräusel (1958, S. 76) von Sassendorf beschrieben und von Zürlück (1955, S. 48) von Großbellhofen angeführt. Die für die rätische Flora leitenden Farne *Dictyophyllum exile* und *Lepidopteris ottonis* fehlen in Mittelfranken (vgl. Gothan 1914, S. 165—166, 1935, S. 693). Auch bei dem von Sierotin (1962) von Großbellhofen beschriebenen *Dictyophyllum exile* handelt es sich nach Bestimmung von Herrn Dr. W. Jung mit Sicherheit um *D. acutilobum*. *Lepidopteris ottonis* wurde aus der Coburger Gegend von Schenk (1867, S. 53) beschrieben und von Loretz (1895a, S. 178, 1895d, S. 43), R. Fischer (1907, S. 5), K. Müll-

ler (1937, S. 43) und Jung (1960, S. 159) angeführt. Die rätische und die liassische Flora wurde von Harris (1931, S. 154—158) erstmals als *Lepidopteris-ottonis*-Zone und *Thaumatopteris-schenki*-Zone benannt. Diese Bezeichnung der beiden Floren als „*Lepidopteris*-Zone“ und „*Thaumatopteris*-Zone“ wurde von Gothan (1935, S. 694) auf Franken übertragen. Die Dauer der *Lepidopteris*-, „Zone“ ist bisher nach unten und die Dauer der *Thaumatopteris*-, „Zone“ nach oben nicht abgegrenzt. Damit nicht eine zu große, bisher nicht nachgewiesene Genauigkeit vorgetäuscht wird, soll in vorliegender Arbeit statt von „Zonen“ einfach von „Floren“ die Rede sein. Harris (1931, S. 156, 1937, S. 76—78) schied zwischen den beiden Floren eine geringmächtige Übergangsregion aus, da er keine scharfe Grenze zwischen den beiden Floren finden konnte. In Schweden schaltet sich zwischen die beiden Floren eine ebenfalls geringmächtige „Zone“ mit *Equisetites gracilis* ein, die von Nathorst (1880) aufgestellt worden ist. *Gracilis*-, „Zone“ und Übergangsregion entsprechen sich etwa. Diese Flora wurde bisher in Franken nirgends nachgewiesen und deshalb fallen diese Begriffe in vorliegender Arbeit weg.

Die Aufeinanderfolge *Lepidopteris*/*Thaumatopteris*-Flora, ihre Grenzziehung und die Parallelisierung mit dem marinen Unteren Schwarzhjura ist in Franken einigermaßen gesichert.

Folgende sichere Anhaltspunkte sind aus Franken bekannt:

1. K. Müller (1937, S. 41, 43) führt *Lepidopteris ottonis* (Goepfert) Schimper mehrere Meter unter *Psiloceras aff. plicatulum* (Quenstedt) an.

2. Kuhn (1955a, S. 410) nennt *Psiloceras cf. plicatulum* (Quenstedt) aus pflanzenführenden Tonen. Die Flora dieses Fundpunktes wurde von Kräusel (1958, 1959) beschrieben und als liassisch bezeichnet (Kräusel 1959, S. 136). Sie enthält *Thaumatopteris schenki* und gehört somit der *Thaumatopteris*-Flora an.

P. plicatulum kommt nach Dean, Donovan & Howarth (1961, S. 443) in der untersten Subzone des Hettangien, in der Subzone des *Psiloceras planorbe*, vor. Damit ist durch Kuhn (1955a, S. 410) der sichere Nachweis erbracht, daß die *Thaumatopteris*-Flora liassisch ist. Da mehrere Meter unter unterstem Hettangien *Lepidopteris ottonis* vorkommt, ist das rätische Alter der *Lepidopteris*-Flora gesichert und die Grenze der beiden Floren scheint mit der Rät-Lias-Grenze zusammenzufallen, wie es Will (1953, S. 189) annimmt. Da jedoch *Lepidopteris ottonis* erst einige Meter unter *Psiloceras* nachgewiesen wurde, kann die *Thaumatopteris*-Flora noch bis in das oberste Rät hineinreichen, wie es Harris (1937, S. 82) vermutet. Wenn im folgenden von einer rätischen *Lepidopteris*- und einer liassischen *Thaumatopteris*-Flora die Rede ist, wird angenommen, daß ihre Grenze etwa mit der Rät-Lias-Grenze zusammenfällt.

Mit Pflanzen wird eine ähnlich feine Untergliederung, wie mit Ammoniten unmöglich sein, da Pflanzen eine wesentlich längere Lebensdauer als Ammoniten besitzen, wie Jung (1960, S. 162, 163, vgl. auch Sixtel 1964) hervorhebt. Die Untergrenze der *Lepidopteris*-Flora und die Obergrenze der *Thaumatopteris*-Flora sind bisher nicht festgelegt, da aus dem Buntten Keuper und dem höheren Unteren Schwarzhjura keine bestimmten Pflanzen bekannt sind. Da der Arietensandstein entlang der Schwarzhjura allmählich auskeilt und sich mit den Grenzsichten verzahnt, sind die direkt unter dem Arietensandstein liegenden Floren der Fundpunkte Sommerleiten und Rasch in den Schwarzhjura- a_3 einzustufen (Abb. 8—9). Da an diesen Fundpunkten die gleichen Megasporen wie an den übrigen der *Thaumatopteris*-Flora gefunden wurden, werden sie mit zur *Thaumatopteris*-Flora gerechnet, so daß diese Flora vom Schwarzhjura- a_1 bis mindestens zum Schwarzhjura- a_3 reicht.

Megasporen: Die Schwierigkeiten, Megasporen für stratigraphische Zwecke zu verwenden, wurden von Jung (1960, S. 163) ausführlich behandelt. Folgendes muß noch hinzugefügt werden:

In Franken sind nur von wenigen Stellen die leitenden Farne beider Floren und die Megasporen ebenfalls nur von einigen Stellen bekannt, so daß die Ausnahme, *Lepidopteris ottonis* bzw. *Thaumatopteris schenki* besitzen genau die gleiche stratigraphische Verbreitung wie die zugehörigen Sporengesellschaften, nicht bewiesen ist. Nach Will (1953, S. 188) liegt der Florenschnitt der Megasporen nämlich im tiefsten Hettangien, höher als der der übrigen Flora. Nach den Untersuchungen von Jung (1960) fällt die Grenze zwischen den Megasporengesellschaften in Franken mit der Rät-Lias-Grenze annäherungsweise zusammen. Bis neue Funde eine genauere Einstufung zulassen, wird diese Annahme für gültig angenommen. Eine Möglichkeit dies nachzuprüfen bestünde, wenn in Sassendorf (NE Bamberg) Megasporen in den Pflanzen- und *Psiloceras*-führenden Tonen nachgewiesen werden könnten. Neue eigene Untersuchungen der Tone von Sassendorf fielen ebenso negativ wie die von Jung (1960, S. 130, 156) aus.

Durch die neuen Megasporen-Funde kann jetzt etwas mehr über die stratigraphische Verbreitung der Sporen in Franken ausgesagt werden. Aus den Tonlinsen der *Thaumatopteris*-Flora wurden die für diese Flora charakteristischen Megasporen *Nathorstisporites hopliticus* und *Horstisporites semireticulatus* gefunden. *Bacutritiles tylosus* kommt, wie nach Funden aus Grönland (Harris 1935, S. 162) und N-Deutschland (Will 1953, S. 50) zu erwarten war, auch in älteren Sporengemeinschaften vor. Dieser Nachweis gelang durch Sporenfund aus dem Feuerletten und aus den Grenzsichten (Knöpflegraben). Durch den Megasporen-Fund aus dem Knöpflegraben, 23 m unter dem Arietensandstein, ist zum ersten Mal eine Flora, die älter als die bisher bekannte

Thaumatopteris-Flora ist, in Mittelfranken nachgewiesen. Sie kann aber nicht als altersgleich mit der rätischen Coburger Flora angesehen werden, denn beiden Vorkommen ist nur eine einzige Megaspore, nämlich *Bankisporites pinguis*, gemeinsam (vgl. Tab. 1). Auffallend ist das gemeinsame Auftreten von *B. pinguis* und *Horstisporites areolatus* im Knöpflegraben. Aufarbeitung und Kondensation verschieden alter Floren ist nicht anzunehmen, da die Flora aus dem Knöpflegraben aus einem 0,20 m mächtigen Horizont einer 0,60 m mächtigen Tonlinse stammt. *B. pinguis* ist in Franken bisher nur aus dem Rät und *H. areolatus* aus dem Lias bekannt. Da *H. areolatus* auftritt, ist sie sicher schon liassisch, und da *B. pinguis* noch vorhanden ist, wird sie in den untersten Lias (Schwarzjura α_1) eingestuft. Die Altersstellung dieser Flora kann sich allerdings, wenn die stratigraphische Verbreitung der Megasporen in Franken besser bekannt ist, noch verschieben.

In der Flutfazies im Knöpflegraben liegt unter der Tonlinse, die nach der bisherigen Kenntnis die Flora des tiefsten Schwarzjura enthält (23 m unter dem Arietensandstein), noch 2 m geröllführender, grobkörniger Sandstein. Da für die Schüttung dieses Sandsteins nur kurze Zeit anzunehmen ist, wird er nicht wesentlich älter als die Flora sein und er wird in das oberste Rät bis untersten Schwarzjura eingestuft. Demnach ist in der Nürnberger Gegend lediglich in der Flutfazies, die mindestens 23 m mächtig ist, fragliches Rät vorhanden und die Rät-Lias-Grenzschichten sind hier größtenteils sicher liassisch.

Anzahl der Fundstellen Fundgebiet	Feuerletten	Rät-Lias-Grenzschichten		
	6 Mittelfr.	2 Oberfr. Coburg	1 Mittelfr. Knöpflegr.	20 Mittelfr. z.T. Oberfr.
<i>Leptotritiles rhaeticus</i>		X		
<i>Tritiles stenoxymatodes</i>				X
<i>Bankisporites pinguis</i>	X	X	X	
<i>cf. Hughesisporites ionthus</i>	X		X	
<i>Biharisporites sp.</i>	X			
<i>Verrutritiles litchi</i>	X		X	
<i>Verrutritiles franconicus</i>				X
<i>Verrutritiles aurantium</i>		X		
<i>Bacutritiles tylosus</i>	X		X	X
<i>Horstisporites semireticulatus</i>				X
<i>Horstisporites areolatus</i>			X	X
<i>Minerisporites ales</i>		X		
<i>Nathorstisporites hopliticus</i>				X
<i>Nathorstisporites peltasticus</i>				X
<i>Erlansonisporites sparassis</i>	X		X	
Lepidopteris-Flora ↔ ↔ ↔ Thaumatopteris-Flora Rät ↔ Lias				

Tab. 1. Verteilung der Megasporen im Feuerletten und in den Rät-Lias-Grenzschichten in Franken. (Zusammenstellung nach Jung 1960, 1962 und nach eigenen Aufsammlungen).

Diese Alterseinstufung entspricht den Geländebeobachtungen, denn in Mittelfranken wurde zwischen Feuerletten und Rät-Lias-Grenzschichten eine Schichtlücke vermutet. Durch die Einstufung der Flora des Knöpflegrabens in den tiefsten Schwarzjura ist diese Schichtlücke nachgewiesen und sie umfaßt den größten Teil des Rät, vielleicht sogar das gesamte Rät.

III. Arietenschichten

Unt. Sinémurien (Schwarzjura α_3)

1. Mächtigkeit

Die Mächtigkeit der Arietenschichten nimmt von 4,0 m im Westen bis auf 0,0 m im Osten ab. Dabei keilt jeweils die unterste Bank allmählich aus und verzahnt sich mit den Rät-Lias-Grenzschichten (Abb. 8—10). Bei der Konstruktion der Mächtigkeitskurven des „Arietensandsteins“ (Taf. 3) wurden die nach Osten auskeilenden, geringmächtigen Lagen von typischem Arietensandstein, die den Grenzschichten zwischengeschaltet sind, mit zu den letzteren gerechnet.

2. Petrographie

Unverwittert, wie er im Hüttenbach und bei Burgthann gefunden wurde, handelt es sich hierbei um einen grobkörnigen Sandstein mit viel hellgrauem bis rosa Kalk als Bindemittel. Neben Kalk muß noch untergeordnet Baryt im Bindemittel enthalten sein, da im Hüttenbach auf Pelecypoden-Steinkernen halbkugelige Baryt-Rosetten aufsitzen, die wohl durch Lateralsekretion entstanden sind. Außerdem fand sich im Hüttenbach im Gestein (in Butzen und auf Klüften) Pyrit und auf Pelecypoden-Steinkernen idiomorphe Kristalle von Kalzit und dunkelbrauner bis horniggelber Zinkblende (Kombination von Tetraeder und Würfel).

Bei der Verwitterung verfärbt sich der Sandstein zuerst graugrün und bei weiter zunehmendem Zerfall entsteht ein lockerer, leichter, rostbraun gefärbter Boden. Von dem darunter liegenden Sandstein unterscheidet sich der Arietensandstein durch gröbere (0,2—0,5 cm Durchmesser), gut gerundete Quarzkörner. Es wurden aber auch Quarze bis zu 1,5 cm Durchmesser gefunden (Katharinagraben, Hüttenbach, Winkelhaid, Altenthann und Förresmühle). Daneben kommen stark verwitterte Feldspäte, besonders in den untersten Bänken vor. Am frischen Gestein sind selten und sehr undeutlich Bankfugen zu erkennen. Da in einigen Bänken etwas Mergel, in anderen nur Kalk als Bindemittel enthalten ist, zerfällt das Gestein erst bei der Verwitterung in mürbe bis unterschiedlich harte Bänke mit welligen Ober- und Unterflächen.

Die von Stahl (1930, S. 102) beschriebene Dreiteilung des Arietensandsteins entlang der Pegnitz kann nicht bestätigt werden. Der Sandstein zerfällt in diesem Gebiet in eine unterschiedliche Anzahl von Bänken schwankender Mächtigkeit, die sich in den verschiedenen Aufschlüssen nicht miteinander parallelisieren lassen. Nach Frank (1930a, S. 136) soll die unterste Bank die Kupferfelsbank (= 4. Geröllhorizont Schieber 1936, S. 14) darstellen: „Bei Haimendorf ist die Kupferfelsbank als mittelkörniger Sandstein mit Tonfasern und Geröllen, sowie Brauneisenkonkretionen mit aller Deutlichkeit zu erkennen“. Es handelt sich dabei um eine 0,25 bis 0,35 m mächtige, mürbe bis vollkommen verwitterte Sandsteinbank. Die darin vorkommenden Tonschlieren sind in der gleichen Ausbildung wie in den übrigen Partien vorhanden. Die festen Brauneisenkonkretionen sind wahrscheinlich erst bei der Verwitterung entstanden. Sandstein- und Tongerölle aus dem Liegenden fehlen. Nach Frank (1930a, S. 116) ist die Kupferfelsbank

„in den Profilen des Gebietes von Neumarkt und Altdorf . . . meist nur noch durch spärliche Gerölle charakterisiert und nur ein starker Brauneisengehalt erscheint neben den Quarzkörnern“. Damit ist die Kupferfelsbank aber noch nicht gekennzeichnet, da Quarzgerölle in diesem Gebiet im gesamten Arietensandstein vorkommen, und da der Brauneisengehalt im gesamten Arietensandstein gleich ist.

Ein der Kupferfelsbank vergleichbares Gestein konnte nur örtlich im Rumpelbach und bei Schwarzenbach gefunden werden. An der Basis des Arietensandsteins ist eine 0,2—0,3 m mächtige Bank mit Tongeröllen vorhanden. Da es sich nur um örtlich auftretende Linsen handelt — bei Schwarzenbach konnte 100—200 m entfernt kein Geröllhorizont nachgewiesen werden — ist eine Parallelisierung von Württemberg her, wie sie Frank (1930a) durchführte, nicht vertretbar. Lange (1931, S. 366—367) lehnte diese Parallelisierung bereits entschieden ab.

Dünnschliffbeschreibung: (Hüttenbach)

Die meist gut gerundeten, selten kantengerundeten Quarze liegen in dichter Packung nebeneinander. Sie löschen größtenteils regellos undulös aus, was auf metamorphe Überprägung des Ausgangsgesteins zurückzuführen ist. Meist bestehen die einzelnen Körner aus einem Kristall, manchmal sind sie auch aus vielen, eng verzahnten Einzelkristallen zusammengesetzt. Der Porenraum ist mit trübem, spätem Kalzit gefüllt, dessen Einzelkristalle bis zu 0,5 mm Durchmesser erreichen. Selten und in geringem Maße konnten Verdrängungen von Quarz durch Kalzit beobachtet werden.

3. Fossilführung und Altersstellung

Fossilien kommen selten vor, deshalb muß ich mich auf das Schrifttum stützen. Die Bestimmungen sind zum Teil sehr alt und daher revisionsbedürftig. Sie können daher nur bedingt zur Gliederung verwandt werden. Bei der Zonengliederung folge ich Dean, Donovan & Howarth (1961).

Arietites conybeari (Sowerby) = *Coroniceras conybeari* (Sowerby), nach Zeiss (1965, S. 40) *Arnioceras rougemonti* (Reynes); gefunden von Lehner (1928, S. 97) zwischen Freystadt und Sulzkirchen.

Arietites aff. kridion Hehl = *Coroniceras aff. kridion* Hehl; Gümbel (1891a, S. 450) und Ammon (in: Gümbel 1891a, S. 698) von Neumarkt.

Arietites rotiformis (Sowerby) = *Coroniceras rotiforme* Sowerby; Ammon (in: Gümbel 1891a, S. 698) von Burghann.

Arietites falcaries (Quenstedt) = *Arnioceras falcaries* (Quenstedt); Schlosser (1901, S. 518) von Altdorf.

Die Bucklandi-Zone ist durch folgende Funde belegt: *Coroniceras conybeari* weist auf die unterste Sub-Zone und *C. rotiforme* und *C. aff. kridion* auf die mittlere Sub-Zone hin. Auch die oberste Sub-Zone des *Arietites bucklandi* ist in Franken von Gümbel (1891a, S. 518), Ammon (in: Gümbel 1891a, S. 699—700), Schlosser (1901, S. 518), Gerstlauer (1940, S. 15) und Treibs (1963, S. 43) durch das Leitfossil nachgewiesen.

Von der Zone des *Arnioceras semicostatum* ist die unterste Sub-Zone von Zeiss (1965, S. 25) im südlichen Franken durch *Coroniceras aff. reynesi* nachgewiesen. Die mittlere Sub-Zone kann ich in meinem Arbeitsgebiet durch *Agassicer*

scipionanum (d'Orbigny) belegen. (Das Stück befindet sich in der Sammlung des geol.-paläontol. Instituts der Humboldt-Universität Berlin. Der von Münster angegebene Fundort „Pegnitz“ — damit ist sicher das Gebiet der unteren Pegnitz gemeint — wird stimmen, da das Stück aus einem grobkörnigen, rostbraunen Sandstein mit kalkigem Bindemittel stammt, wie er im Arbeitsgebiet angetroffen wurde). *Arnioceras falcaries* kommt nach Walliser (1956, S. 216) in der obersten Subzone des *Agassicer* *sauzeanum* vor. Einen direkten Nachweis für diese Zone erbrachte Schauroth (1865, S. 25); denn er gibt *Ammonites sauzeanus* d'Orbigny = *Euagassicer* *sauzeanum* (d'Orbigny) an.

Aus dem Arietensandstein Frankens sind also sämtliche leitenden Ammoniten des Unteren Sinémurien bekannt. Daneben kommen im Arieten-Sandstein Ammoniten des Oberen Sinémurien vor. Driessle (1962, S. 9) wies unter dem „Arieten“-Sandstein von Höttingen (3 km E Ellingen) einen *Echioceras cf. concinnum* Trueman & Williams nach. Damit ist bei Höttingen überhaupt kein Unteres Sinémurien vorhanden. Zeiss (1965, S. 38—39) beschreibt aus dem Arieten-Sandstein ebenfalls Ammoniten des Oberen Sinémurien.

Bei Schönberg konnte im Arietensandstein ein *Asteroceras sp.*, der leitend für die Planicosta-Schichten (= Schwarzjura- β_1) ist, gefunden werden. Damit fällt auch in der Nürnberger Gegend die Grenze Schwarzjura α_3 — β nicht mit der petrographischen Grenze zusammen, und es ist Schwarzjura- β in der Arietensandsteinfazies enthalten. Das Vorkommen von *Gryphaea obliqua* im Arietensandstein ist ebenfalls ein Hinweis, daß Schwarzjura- β mit enthalten ist. Eine Grenzziehung zwischen Schwarzjura- α_3 und β innerhalb des Arietensandsteins nach petrographischen Merkmalen, wie sie Zeiss (1965, S. 39) vorschlägt, kann nicht durchgeführt werden, da die als petrographische Grenze angegebene Sandlage nicht aushält (siehe S. 29).

Auch die Begleitfauna ist recht spärlich: lediglich Stromer (1909, S. 3), Gothan (1914, S. 169), H. Scherzer (1921, S. 138) und Stahl (1930, S. 103) nennen *Gryphaea*, *Belemnites* und *Rhynchonella*. Die von Stahl (1930, S. 10) beobachtete starke Abrollung der Fossilien konnte nicht bestätigt werden, denn es wurden Gryphaeen mit Anwachsstreifen und Pectiniden mit vollkommen erhaltenen Ohren gefunden. Auch die von Stahl (1930, S. 103) beschriebenen Muschelschillagen konnten nicht wieder gefunden werden. Wahrscheinlich meint Stahl Gryphaeen-Pflaster, die ich beispielsweise bei Förresmühle nachweisen konnte.

Fossilfundpunkte:

Einschnitt der Straße Schönberg-Weighofen/Bl. Röthenbach 6533 (50 540/84 680)	1
Leitungsmast 7622, 1 km S Schönberg/Bl. Röthenbach 6533 (49 640/82 880)	2
Hüttenbach, Wasserfall/Bl. Röthenbach 6533 (49 240/82 600)	3
Kanalbau am westl. Ortsausgang Leinburg/Bl. Röthenbach 6533 (49 380/79 880)	4
Wasserleitungsbau Straße Ungelstetten-Winkelheid, 1,3 km S Ungelstetten/Bl. Röthenbach 6533 (49 160/73 780)	5
Bahnhof Winkelheid/Bl. Feucht 6633 (49 100/73 100)	6

Felder SE Gibitzenhof/Bl. Feucht 6633 (51 200/69 200)	7
Gebiet der unteren Pegnitz	8
Förresmühle, Straße nach Schwarzenbach/Bl. Feucht 6633 (51 360/69 720)	9
Rumpelbach, 2,5 km N Altdorf/Bl. Happurg 6534 (51 720/74 460)	10
Wurmgänge	1
<i>Piarorhynchia cf. juvenis</i> (Quenstedt)	3
<i>Gryphaea obliqua</i> Goldfuss	2, 7
<i>Gryphaea sp.</i>	1, 3—6, 9, 10
<i>Entolium lunare</i> (Roemer)	1, 2, 4
<i>Aequipten cf. priscus</i> (Schlothheim)	2, 3, 5, 6, 9
<i>Lima sp.</i>	2
<i>Proceramus sp.</i>	3
<i>Belemnites</i> sp.	5, 6
<i>Agassiceras scipionanum</i> (d'Orbigny)	8
<i>Asteroceras sp.</i>	3
Fischzähne (1—2 mm, kegelförmig)	häufig in Schlammproben

IV. Oxynotum- und Raricostatum-Schichten

Obere Sinémurien (Schwarzjura β_{2-3})

1. Mächtigkeit

Der mittlere und obere Schwarzjura- β besitzt östlich von Nürnberg eine Mächtigkeit zwischen 0,10 und 0,65 m, bei Ellingen und Laibstadt zwischen 0,60 und 0,65 m. Nach Krumbeck (1932) wird das Gebiet der südlichen Frankenalb die „Randfazies“ des Schwarzjura- β genannt. Wie beim Arietensandstein kommen östlich von Nürnberg die größeren Mächtigkeiten im Westen vor. Im Gebiet zwischen Altdorf und der Schwarzach nimmt die Mächtigkeit von Ost nach West von 0,10 auf 0,65 m zu. Dabei geht der Schwarzjura- β von einem tonigen Sand in einen sandigen Mergel über. Die Mergelfazies besitzt etwa die gleiche Verbreitung wie der über 3 m mächtige Arietensandstein (siehe Taf. 3).

Auch im Schwarzjura- γ ist noch eine Trennung in zwei Faziesgebiete zu erkennen: Bei Rasch, im Teufelsgraben, in der Teufelskirche und um den Moritzberg sind es fossilarme, mergelige Dolomite und bei Winkelhaid, Burghthann und Altenthann fossilreiche Kalke. Der Dolomit besitzt also die gleiche Verbreitung wie der tonige Grobsand des Schwarzjura- γ , der Kalk etwa die Verbreitung der sandigen Mergel. Da die Mächtigkeiten des Schwarzjura- γ ziemlich gleichmäßig zwei Meter betragen, ist kein submarine Relief während der Sedimentation zu vermuten. Deshalb wurde die Unterkante des Schwarzjura- γ als Bezugshorizont für die Säulenprofile verwendet (siehe Abb. 7—9).

2. Petrographie

Der mittlere und obere Schwarzjura- β besteht östlich von Nürnberg aus tonigem dunkelgrauem Sand oder hellgrauem grobsandführendem Mergel, die wie der Arietensandstein zu einem lockeren, lehmigen Sand verwittern. Die Quarze sind kantengerundet bis gut gerundet. Sie besitzen Durchmesser zwischen 0,3 und 0,6 cm, vereinzelt bis zu 1,5 cm (Schimmelleite, Haimendorf, Winkelhaid) und im Teufelsgraben wurden sogar kantengerundete Quarze bis zu 4,0 cm Durchmesser gefunden.

Bei Ellingen beginnt der Schwarzjura- β unmittelbar über dem Feuerletten mit einer 0,10 bis 0,15 m mächtigen, mergeligen Grobsandlage. Darüber folgt 0,30 m sehr fester Grobsandstein mit kalkigem Bindemittel. Der Kalkgehalt nimmt nach dem Hangenden immer mehr zu, bis der

Sandstein allmählich in einen dunkelgrauen, zähen, gebankten Kalk, in den Kalk der Numismalis-Schichten übergeht. Die untersten 0,40 m dieses Kalkes gehören nach Fossilfunden noch zum Sinémurien. Bei Laibstadt, 13 km nordöstlich von Ellingen, ist der Schwarzjura- β ähnlich ausgebildet, nur schalten sich zwischen Feuerletten und Schwarzjura- β Arkosesandsteine unbekannten Alters ein.

Im gesamten Schwarzjura- β_{2-3} kommen flache bis nierenförmige grobsandführende Geoden bis zu 15 cm Durchmesser vor. Nach Krumbeck (1932, S. 37) enthalten diese Geoden 21—29 % P_2O_5 und werden deshalb mit Recht Phosphoritknollen genannt. Teils sind diese Knollen hellgrau bis dunkelgrau, besitzen einen muscheligen Bruch und enthalten wenig Fossilien; teils sind sie mürbe und enthalten viel Schalengrüs. Öfters (Winkelhaid, Rockenbrunn, Hüttenbach, Teufelskirche, Laibstadt) führen sie Bleiglanz und Pyrit. In den Aufschlüssen um den Moritzberg bildet eine dichte Lage derartiger Knollen den Abschluß zum Schwarzjura- γ -Kalk. Im Gebiet Winkelhaid-Burghthann fehlt diese Lage und der obere Teil besteht aus sandigem Mergel. Geröllagen wurden auch bei Laibstadt im Schwarzjura- β unter- und innerhalb des Sandsteins mit kalkigem Bindemittel festgestellt.

3. Fossilführung

Erhaltung und Vorkommen: Dietonigen Grobsande sind bis auf kleine Fischzähnen (in Schlammproben) fossilfrei. Einige Fossilien stammen aus Mergeln, die meisten aus Phosphoritknollen. In den Phosphoritknollen sind sie meist als Steinkerne erhalten, nur einige Knollen aus Mergeln enthalten Schalenexemplare. Selten (Winkelhaid, Laibstadt) ist die Schale der Fossilien durch Bleiglanz ersetzt. Auffallend ist der kleine Wuchs der Pelecypoden aus den Phosphoritknollen. Wahrscheinlich sind es Jugendformen, da die Schalenexemplare aus den Mergeln normale Größe besitzen. Ammoniten, die ausnahmslos aus Phosphoritknollen gewonnen wurden, sind teils sehr kleinwüchsig und daher schwer zu bestimmen.

Die von Stahl (1930, S. 104) beschriebene Abrollung der Fossilien konnte nicht bestätigt werden; denn Pectiniden zeigen meist alle Einzelheiten der Berippung und Gryphaeen wurden mit zusammenhängenden Klappen gefunden. Jedoch sind vollständige Exemplare selten und Schalengrüs viel häufiger, so daß starke Wasserbewegung während der Sedimentation anzunehmen ist.

Fundpunkte:

Schönberg, Straßenbau am Friedhof/Bl. Röthenbach 6533 (50 580/83 800)	1
Schönberg, Steinbruch südlich Dorfweiher an der Straße nach Weigenhofen/Bl. Röthenbach 6533 (58 480/83 380)	2
Schönberg, Hochspannungsmast 7622 1 km S Schönberg/Bl. Röthenbach 6533 (49 640/82 880)	3
Haimendorf, Steinbruch am Fußweg nach Renzendorf/Bl. Röthenbach 6533 (47 760/82 080)	4
Haimendorf, Straße nach Röthenbach/Bl. Röthenbach 6533 (48 000/81 920)	5
Rockenbrunn, Steinbruch an der Wirtschaft Schramm/Bl. Röthenbach 6533 (48 780/81 380)	6
Ungelstetten, Gebiet 100 m W und 100 m E an der Straße nach Winkelhaid, 1,3 km S Ungelst./Bl. Röthenbach 6533 (49 200/73 700 bis 49 080/73 800)	7
Winkelhaid, Felder 540 m N Bahnhof/Bl. Feucht 6633 (49 320/73 660)	8
Förresmühle, Straße nach Schwarzenbach/Bl. Feucht 6633 (51 360/69 720)	9
Altenthann, Fußweg nach Pattenhofen/Bl. Feucht 6633 (49 600/69 650)	10

Gibitzenhof, Felder 250—500 m SE/Bl. Feucht 6633 (51 130/69 200 bis 51 240/68 930)	11
Henfenfeld, Straße nach Engelthal/Bl. Happurg 6534 (56 000/83 180)	12
Ellingen-Tiergärtle, Hausbau/Bl. Weissenburg 6931 (25 440/36 570)	13
Laibstadt, Acker 500 m E/Bl. Haideck 6832 (37 400/40 800)	14
<i>Serpula</i> sp.	8, 13
<i>Cliona</i> sp. auf Belemniten und Gryphaeen	7, 8
<i>Orbiculoidea papyracea</i> (Quenstedt)	7
<i>Lingula mettensis</i> Terquem	7, 11
<i>Tetrarhynchia dunrobinensis</i> (Rollier)	7
<i>Furcirhynchia furcata</i> Buckman	7, 13
<i>Rimrhynchia</i> cf. <i>rimosa</i> (Buch)	2
<i>Piarorhynchia belemnitica</i> (Quenstedt)	7
„ <i>Rhynchonella</i> “ <i>schimperi</i> Haas	13
<i>Spiriferina rostrata</i> (Schlotheim)	7
<i>Spiriferina</i> cf. <i>rostrata</i> (Schlotheim)	3
<i>Spiriferina verrucosa</i> (Buch)	13
<i>Spiriferina walcotti</i> Sowerby	13
<i>Euidothyris subovoides</i> (Deslongchamps)	7
<i>Parallelodon</i> sp.	7
<i>Cucullea muensteri</i> Zieten	8
<i>Astarte</i> sp.	5, 7, 11
<i>Arca lineata</i> Goldfuss	5
<i>Arca</i> sp.	11
<i>Cardium cingulatum</i> Goldfuss	3, 7, 11
<i>Cypricardia cucullata</i> (Goldfuss)	5, 8, 11
<i>Isocardia angulata</i> (Münster)	3, 11
<i>Protocardia truncata</i> (Phillips)	6
<i>Unicardium</i> sp.	3, 11
<i>Mesomiltha pumila</i> (Münster)	6
<i>Pholadomya striatula</i> Agassiz	3, 7
<i>Pholadomya glabra</i> Agassiz	5
<i>Pholadomya decorata</i> Zieten	9—11
<i>Pholadomya</i> cf. <i>ambigua</i> (Sowerby)	7
<i>Pleuromya trimeuseli</i> Kuhn	11
<i>Oxytoma inaequalis</i> (Sowerby)	3—7, 11
<i>Oxytoma oxynoti</i> (Quenstedt)	7
<i>Meleagrinella interlaevigata</i> (Quenstedt)	4
<i>Lima (Radula)</i> cf. <i>pectinoides</i> (Deshayes)	4, 5, 7, 8
<i>Lima (Radula)</i> cf. <i>acuticosta</i> Münster	4
<i>Aequipecten acuticostus</i> (Lamarck)	4, 7, 11, 13
<i>Aequipecten reutlingensis</i> Staesche	7
<i>Aequipecten</i> aff. <i>priscus</i> (Schlotheim)	13
<i>Chlamys</i> cf. <i>calva</i> (Goldfuss)	4, 5, 7, 8
<i>Chlamys textoria</i> (Schlotheim)	13
<i>Eopecten velatus</i> (Goldfuss)	5
<i>Liostrea</i> sp.	7, 13
<i>Plicatula</i> sp.	7
<i>Gryphaea obliqua</i> Goldfuss	7—11, 13
<i>Gryphaea</i> cf. <i>obliqua</i> Goldfuss	1—6
<i>Gryphaea cymbium</i> Lamarck	7, 13
<i>Modiolus minimus</i> Sowerby	7
<i>Pleurotomaria anglica</i> Sowerby	13
<i>Pleurotomaria</i> sp.	5, 7, 11
<i>Oxynoticer</i> cf. <i>oxynotum</i> (Quenstedt)	4
<i>Echioceras</i> sp.	4, 11
<i>Leptechioceras hugi</i> (Buckman)	13
<i>Bifericeras</i> cf. <i>bifer</i> (Quenstedt)	6
<i>Bifericeras</i> cf. <i>nudicosta</i> (Quenstedt)	7
<i>Bifericeras</i> sp.	6, 7
<i>Eoderoceras miles</i> (Simpson)	14
<i>Eoderoceras</i> cf. <i>miles</i> (Simpson)	11
<i>Eoderoceras</i> cf. <i>postarmatum</i> Hoffmann	13
<i>Cruciloboceras</i> cf. <i>densinodum</i> (Oppel)	3
<i>Rhopalobelus ventroplanus</i> (Voltz)	7, 8
<i>Coeloteuthis calcar</i> (Phillips)	7
<i>Prototeuthis cricki</i> Lissajous	11, 13
<i>Nannobelus engeli</i> (Werner)	7, 8, 10, 11, 13
<i>Nannobelus alveolatus</i> (Werner)	7, 8, 11—13
<i>Nannobelus acutus</i> (Miller)	9, 13
<i>Nannobelus langi</i> (Lissajous)	7, 8
<i>Passaloteuthis elegans</i> (Phillips)	7—9, 13
<i>Passaloteuthis milleri</i> (Phillips)	7, 8
<i>Isocrinus</i> cf. <i>basaltiformis</i> (Miller)	1
<i>Eryma</i> sp.	8

4. Altersstellung

Gümbel (1864, S. 251) und Ammon (in: Gümbel 1891a, S. 698) führen aus dem Gebiet östlich von Nürnberg (Burgthann und Haimendorf) *Ophioceras raricostatum* (*Echioceras raricostatum*) und Krumbeck (1932, S. 14) von Neunhof *Bifericeras bifer* an. Die Begleitfauna ist zum Teil bereits seit Schlosser (1901, S. 519), Stahl (1930, S. 104) und Krumbeck (1932, S. 91—94) bekannt.

Durch Ammoniten ist nun die Obtusum-, Oxynotum- und Raricostatum-Zone unvollständig nachgewiesen. Die Obtusum-Zone ist durch *Asteroceras* sp. belegt (S. 30). Von der Oxynotum-Zone ist nur die obere Subzone durch *Oxynoticer* cf. *oxynotum*, *Bifericeras* cf. *bifer* und *B.* cf. *nudicosta*, von der Raricostatum-Zone nur die mittleren zwei Subzonen durch *Echioceras* sp. bez. *Eoderoceras miles*, *E.* cf. *postarmatum* und *Leptechioceras hugi* nachgewiesen. Da *Eoderoceras miles* bei Laibstadt, außerdem *Leptechioceras hugi* und *Eoderoceras* cf. *postarmatum* bei Ellingen aus dem Numismalis-Kalk stammen, gehört hier etwa 0,5 m des Kalkes noch zum Schwarzjura- β . Mehr wird es keinesfalls sein, da durch Wellenhofer (1961, S. 19) unterster Schwarzjura- γ durch *Apoderoceras nodogigas* nachgewiesen ist und zwar aus dem sandigen Numismalis-kalk von Ellingen, in dem ebenfalls *Leptechioceras* und *Eoderoceras* gefunden wurden. Bei Gibitzenhof wurde *Eoderoceras* cf. *miles* in einer Phosphoritknolle, die aus dem Mergel des Schwarzjura- β stammt, gefunden. Durch diesen Fund ist nachgewiesen, daß die Grenze Schwarzjura- β — γ in der Nürnberger Gegend etwa mit der petrographischen Grenze Raricostaten-Numismalis-Schichten zusammenfällt.

Die einzelnen Phosphoritknollen mit verschiedenen alter Fauna (S. 33) gleichen sich im Aussehen völlig, weshalb für beide gleiche Entstehungsbedingungen angenommen werden. Deshalb kann die gesamte Begleitfauna zur Auswertung der Bildungsbedingungen herangezogen werden. Die Begleitfauna besteht größtenteils aus Pelecypoden. Neben im Sediment grabenden Pelecypoden, wie *Pholadomya* und *Pleuromya*, sind es hauptsächlich solche, die an der Sedimentoberfläche leben. *Lingula*, die nach Craig (1952, S. 115) eine rein marine Form darstellt, ist im Küstenstreifen bis zu einer Tiefe von 30 m verbreitet. Heller (1952, S. 57) gibt eine optimale Lebenstiefe von 10 m an. Danach muß die Wassertiefe sehr gering gewesen sein (höchstens 30 m), worauf auch das Vorherrschen der Pelecypoden hindeutet.

Aufarbeitung im Schwarzjura- β_2 - β_3 : Früher war der Untere Schwarzjura in Franken unvollständig nachgewiesen, und daher wurden Schichtlücken angenommen (Frank 1926, S. 442, Krumbeck 1932, S. 106, 112). Wohl sind einzelne Zonen nur durch einen einzigen Fund eines leitenden Ammoniten belegt und Zonen oder Subzonen mögen örtlich fehlen. Dadurch sind aber in ganz Franken verbreitete Schichtlücken innerhalb des Sinémurien noch

dicht nachgewiesen (vgl. Zeiss 1965). Das Vorkommen von Ammoniten verschiedener Zonen und Subzonen in der Knollenlage direkt unter Schwarzjura- γ -Kalk im Gebiet um den Moritzberg (Haimendorf, Rockenbrunn) zeigt geringe Sedimentation oder Aufarbeitung an. Für geringe Sedimentation können keine Beobachtungen angeführt werden. Aufarbeitung ist aber wahrscheinlich, denn die Phosphoritknollen sind gut gerundet und liegen dicht gepackt in einem Geröllhorizont. Genetisch sind diese Konglomeratbänke am schwanglosesten als submarine Lesedeecken aufzuassen: Aus noch unverfestigten, rein tonigen Sedimenten wurden die äußerst kleinen Tonpartikelchen wieder ausgespült“ (K. Hoffmann 1950, S. 99). Da das Konglomeratbänkchen nur örtlich vorkommt, wird es wohl durch Grundströmungen entstanden sein. Es fehlt im Gebiet Burgthann-Winkelhaid und ist nach Norden zu bis Neunhof o. Lauf nachgewiesen, denn Krumbeck (1932, S. 14) gibt aus der Knollenlage von Neunhof *Bifericeras cf. bifer* an. Ein weiterer Hinweis für Aufarbeitung kann aus der Mächtigkeitskarte (Taf. 3) entnommen werden: Im Gebiet um den Moritzberg ist der Schwarzjura- β recht geringmächtig. Anderenfalls wäre zu erwarten, daß hier der Schwarzjura- β kontinuierlich von Osten nach Westen zunimmt, wie es beim Schwarzjura im Gebiet Altdorf-Burgthann und beim Arietensandstein im gesamten Gebiet der Fall ist.

D. Paläogeographie

I. Paläogeographie des Feuerlettens

Bildungsbedingungen der Feuerlettentone: Eine Zusammenstellung der Ansichten über die Entstehung des Feuerlettens findet sich bei Markthaler (1937, S. 87—92). In neueren Arbeiten wird von G. Wagner (1950, S. 454), Will (1953, S. 203), Krumm (1961, S. 492, 1965) und Emmert (1964, S. 118) äolische Entstehung vertreten. Den Mittleren Keuper als Wüstenbildung zu betrachten geht auf J. Walther (1900, 1924, S. 369) zurück. Der Feuerletten wird von Finckh (1912, S. 32) erstmals als Löss gedeutet: „Durch das fast vollständige Fehlen von Dolomit unterscheidet sich der Knollenmergel von allen anderen bisher untersuchten Keupermergeln, für die aquatile Entstehung angenommen wird. Dies legt uns die Entstehung auf rein äolischem Wege nahe. Im Einklang damit stehen die Fossilfunde. Es sind dies durchwegs große, landbewohnende Reptilien, deren Skelette manchmal bis auf die kleinsten Knöchelchen im Zusammenhang erhalten sind, wie es sich nur durch Überschüttung mit Wüstestaub, nicht aber durch Einschwemmung in einen großen See erklären läßt“.

Sämtliche angeführten Beweise sind nicht stichhaltig, denn Dolomit als Bindemittel kommt in Tonen und Steinmergeln des Feuerlettens durchaus auch vor. Ebenso beweist das Auftreten von landbewohnenden Reptilien keine terrestrische Entstehung. Die Tiere können nach ihrem Ab-

sterben in ein größeres Gewässer eingeschwemmt worden sein. Der gute Erhaltungszustand ist ebenfalls kein Beweis für äolische Entstehung, denn auch er kann unter Wasserbedeckung zustande gekommen sein.

Auch der Vergleich der Steinmergelknollen mit Lößkindeln, der von Finckh (1912, S. 32), Lang (1919, S. 200), Hennig (1922, S. 141) und Dehm (1935, S. 104) durchgeführt worden ist, kann nicht als beweiskräftig betrachtet werden, da ein Teil der Steinmergelknollen sicher Algenknollen sind. Die übrigen Steinmergelknollen können ebenso, wie die Tongeoden aus dem Amaltheenton (Schwarzjura- δ) und aus dem Saptarienton (Rupel von Nord-Deutschland) unter Wasserbedeckung entstanden sein. Die unterschiedliche Mineralführung in den Feuerletten-Knollen, auf die Dehm (1935, S. 106) besonders hinweist, tritt bei den Tongeoden des Amaltheentons durchaus auch auf und kann deshalb nicht als Hinweis für terrestrische Entstehung gewertet werden. In der Tongrube Schnaittach und Reichenschwand (Bl. Hersbruck) wurden nämlich auf Schwundrissen der Tongeoden recht unterschiedliche Mineralien festgestellt und zwar Kalzit, Baryt, Pyrit, Kupferkies und Zinkblende. Das Fehlen von Sulfiden in den isolierten, meist roten Knollen des Feuerlettens, auf das Dehm (1935, S. 106) aufmerksam macht, ist nicht verwunderlich, denn in einem oxydierenden Milieu (dreiwertiges Fe) würden Sulfide sofort zu Sulfaten oxydiert und Sulfate kommen tatsächlich vor, denn es wurde Baryt und ganz selten Gips (Nesenbach) gefunden.

Eindeutige Hinweise für terrestrische Entstehung, wie sie Trockenrisse, Fährten von Landwirbeltieren, Bodenverkrustungen und Wurzelböden darstellen, fehlen im Feuerletten. G. Fischer (1925, S. 470) weist besonders darauf hin, daß an der Ausscheidung der Kalkknollen im Feuerletten keine Pflanzenwurzeln beteiligt waren. Einwehung von lateritischem Material, die G. Fischer (1925, S. 470) annimmt, ist durchaus möglich, beweist aber noch keine terrestrische Entstehung des gesamten Feuerlettens. Die Arkosesandsteine des oberen Feuerlettens zeigen lediglich, daß im Feuerletten fluviatile Einschaltungen vorhanden sind. Quarze, Feldspäte und stark abgerollte Knochenbruchstücke in den Konglomeraten sind ebenfalls Anzeichen für Landnähe.

Das Vorkommen von *Darwinula*, *Unio* und Blaualgenknollen spricht entschieden für Entstehung in Süß- bis Brackwasser. *Ammobaculites* und *Trochammina* kommen nach Hiltermann (1963, S. 50) sowie *Cytherissinella* im Brack- und Meerwasser vor. *Nodosaria* dagegen ist nur im marinen Bereich verbreitet. Es müssen also in den Süßwasserbildungen des Feuerlettens geringmächtige brackische bis marine Einschaltungen vorhanden sein, oder die wenigen marinen Mikrofossilien sind aus marinen Bereichen eingeschwemmt worden. Da diese selten vorkommen-

den Mikrofossilien größtenteils unmittelbar unter den Konglomeraten gefunden wurden, ist eine Einschwemmung bei der Schüttung der Konglomerate denkbar.

Von den früher geäußerten Meinungen trifft die von Fraas (1889, S. 95), Thürach (1900, S. 48), Lang (1909, S. 52, 1910, S. 105), Krumbeck (1933, S. 291) und Wurster (1965, S. 232) nach diesem Ergebnis zu.

Bildungsbedingungen der Feuerlettenkonglomerate: Der größte Teil der Feuerlettenkonglomerate besteht aus aufgearbeitetem Feuerletten. Es sind zwei Entstehungsarten denkbar:

1. Trockenlegung des Feuerlettens, dann Aufarbeitung der Tone und Zusammenschwemmung der Steinmergelknollen. Für diese Entstehung fehlen wie bei den Feuerlettentonen eindeutige Hinweise für Bildung an der Landoberfläche. Sie ist sehr unwahrscheinlich, weil direkt über und unter den Konglomeraten (Profile Kreuzgraben, Himmelbach und Hängig) und in Tonlinsen in den Konglomeraten (Profil Ludergraben W Birnthon) Mikrofaunen vorkommen.

2. Subaquatische Aufarbeitung durch Strömungen. Hierdurch wird das Vorkommen der Mikrofauna sowie die weite, flächenhafte Verbreitung der Konglomerate verständlich. Nach Seitz & Wicher (1951, S. 487) „sind die Konglomerate offenbar das Ergebnis von Strömungen bzw. subaquatischer Abtragung, wobei die Steinmergelbänke in flachem Wasser aufgearbeitet und umgelagert worden sind“. Das Vorkommen von groben Quarzen, Feldspäten, Hölzern und anderen Pflanzenresten deutet auf stärkeren Zustrom vom Festland während der Entstehung der Konglomerate hin. Da der größte Teil der Konglomerate aus umgelagertem Feuerletten besteht, könnten auch die Hölzer bereits im Feuerletten sedimentiert und dann umgelagert worden sein. Die großen Einzelknochen sind sicher nicht direkt vom Festland eingeschwemmt worden, denn dazu sind sie viel zu schwer. Sie sind im Gegensatz zu den gut gerundeten Steinmergelgeröllen kaum abgerollt. Eigentlich wäre das Gegenteil zu erwarten, denn die Saurierknochen müßten, wenn sie als Einzelknochen eingeschwemmt sind, weiter transportiert sein, als die sicher aus dem Feuerletten stammenden Steinmergelgerölle. Die Knochen besitzen beachtliche Größe: Dehm (1935, S. 99) beschreibt eine Tibia von 0,55 m Länge. Bruchstücke ähnlich großer Knochen wurden im Konglomerat beim Autobahnbau am Letten (Markthaler 1937, S. 57) und beim Bau der Mittelschule Lauf gefunden. Wie Dehm (1935, S. 100) vermutet, stammen wahrscheinlich diese großen Knochen von Skeletten, die während oder bereits vor der Schüttung der Konglomerate als Wasserleichen in das Feuerlettenbecken eingedrftet worden sind, dann zerfallen und noch kurze Strecken verfrachtet worden sind.

Entstehung des gesamten Feuerlettens: Aus der Verteilung der Sandsteine, der Konglomerate und der Mikrofauna im Feuerlet-

tenprofil läßt sich folgendes Geschehen ableiten: Der fluviatile Burgsandstein (G. Fischer 1925, S. 448) geht allmählich in den limnisch-brackischen Feuerletten über, wie die vereinzelt im unteren Feuerletten auftretenden Sandsteine und das allmähliche Auftreten der Mikrofauna zeigen. Im mittleren Feuerletten werden in brackischem, selten und kurzfristig in marinem Milieu Mergel, die synsedimentär entstandene Steinmergelknollen enthalten, sedimentiert. Durch mehrmals starken Wasserzustrom vom Festland wird das frisch abgelagerte Sediment wieder aufgearbeitet. Im Oberen Feuerletten süßt das Becken wieder aus, die Fauna verschwindet und es werden wieder fluviatile Arkosesandsteine abgelagert. Anschließend findet in Mittelfranken eine Trockenlegung statt und es bildet sich ein schwach welliges Relief aus.

II. Paläographie der Rät-Lias-Grenzschiechten und des Unteren Schwarzzjura

Bildungsbedingungen in Mittelfranken: In den kreuzgeschichteten Sandsteinen der Rät-Lias-Grenzschiechten fehlen östlich Nürnberg stratigraphisch verwertbare, marine Fossilien. Der Fund von *Rhizocorallium* im obersten Teil der Grenzschiechten spricht nach R. Richter (1926, S. 216) für marine Einschaltungen. Sie sind wohl nur geringmächtig und örtlich im obersten Teil der Grenzschiechten ausgebildet. Schüttung der Sande aus SE von der Vindelizisch-Böhmischen Masse her, gute Erhaltung und Einregelung der Pflanzenreste und Fehlen marine Fossilien zeigt, daß die Grenzschiechten ein limnisch-fluviatiles Sediment sind. Die Schüttungsrichtung aus SE bis ESE wurde durch Schrägschichtungsmessungen und durch Messungen an Hölzern ermittelt. Die wohl erhaltenen Landpflanzen sind eingeschwemmt, da in ihrem Fundniveau (in den Tonlinsen) Wurzelböden fehlen. Ihr guter Erhaltungszustand spricht für kurzen Transport und Ablagerung in einem stehenden Gewässer. Die Einregelung der Hölzer in den Tonlinsen quer zur Schüttungsrichtung weist ebenfalls auf Ablagerung in einem stehenden Gewässer.

Äolische Einschaltungen und damit aride Klimabedingungen konnten nicht nachgewiesen werden. Denn die wenigen echten Windkanter sind sicher nach ihrer Entstehung noch umgelagert worden, so daß sie keine Aussage über die Bildungsbedingungen zulassen. Gut gerundete und mattierte Sandkörner, die äolischer Entstehung wären, fehlen ebenfalls.

Über die Entstehungsbedingungen kann man sich nach Mägdelfrau (1956, S. 262) „folgende gesicherte Vorstellung machen: Das Gebiet, welches die Lias-Flora Frankens besiedelt, war ein flachwelliges, von vielen großen und kleinen Seen durchsetztes Land, das sich von der Küste des Liasmeeres viele Kilometer weit nach Osten erstreckte. In dem feuchtwarmen Klima lebte eine

„üppige Pflanzenwelt“. Nach M ä g d e f r a u (1956, S. 262) sind die zartlaubigen Farne wie die Osmundaceen, Matoniaceen und Dipteridaceen Anzeiger für feuchtes tropisches Klima. Auch das Fehlen von Jahresringen an den Hölzern aus Burgsandstein, Feuerletten und Rät-Lias-Grenzschichten spricht für gleichbleibendes Klima ohne ausgeprägte Jahreszeiten (vgl. K r u m b e c k 1939, S. 103).

Vergleich mit dem übrigen Franken: Die Grenzschichten beginnen östlich Nürnberg mit groben geröllführenden Sandsteinen, die sehr selten pflanzenführende Tonlinsen enthalten. Diese Sandsteine decken ein bestehendes Relief zu. Nach dem Hangenden zu wird die Schüttung etwas feinkörniger, und pflanzenführende Tonlinsen treten häufiger auf. Darüber folgt der marine Schwarzjura, östlich von Nürnberg der Arientensandstein, der sich hier mit den limnisch-fluviatilen Grenzschichten verzahnt (Abb. 8—10).

Dies Ergebnis läßt sich auf ganz Franken ausdehnen: Unter sicher marinem Schwarzjura, am Haß-Berg unter marinem Rät, liegt jeweils ein limnisch-fluviatiles Sediment, das häufig mit grobkörnigen Sandsteinen beginnt und nach dem Hangenden zu feinkörniger wird. Im oberen Teil finden sich häufig Pflanzenreste und selten rätische (Haß-Berg Thürach 1889, S. 77, K r u m b e c k 1939), oder liassische (Gegend von Bamberg K u h n 1949, S. 175, 1955, S. 410), marine Faunen. Im Norden, bei Coburg, findet sich unter marinem Schwarzjura α_1 die rätische *Lepidopteris*-Flora und zwar östlich des marinen Rät am Haß-Berg. Das Rät von Coburg ist als terrestrisches Äquivalent, als Strandfazies, des marinen des Haß-Berges zu betrachten. In der Coburger Gegend herrschten im untersten Schwarzjura zur Zeit der *Thaumatopteris*-Flora bereits marine Sedimentationsbedingungen (vgl. J u n g 1960, S. 158), so daß hier nur mehr kleine Pflanzenreste von dem entfernten Land eingeschwemmt werden konnten. In Mittelfranken dagegen fehlt die *Lepidopteris*-Flora und es werden erst mit dem Beginn der *Thaumatopteris*-Flora in den tiefsten Rinnen der Flutfazies Pflanzenreste sedimentiert. Bisher sind die beiden Floren, die *Lepidopteris*-Flora und die *Thaumatopteris*-Flora, nur einmal von J u n g (1960, S. 157) in einem Profil übereinander nachgewiesen worden. Dies getrennte Auftreten beider Floren ist folgendermaßen erklärbar: Wie bereits F r a a s (1889, S. 98) schreibt, rückt an der Wende Rät-Lias das Meer nach Südosten vor: „Wohl läßt sich im Osten am Rande des Vindelizischen Gebirges eine langsame Transgression des Meeres beobachten...“. Mit der Transgression weicht die Strandfazies und damit die Flora zurück. Da die pflanzenführenden Schichten so selten übereinander in einem Profil gefunden werden, muß gefolgert werden, daß die Transgression recht rasch erfolgte und daß die pflanzenführenden Tone nur in einem schmalen küstenparallelen Streifen sedimentiert worden sind. R ü g e r (1924, S. 122), R e u t e r (1927,

S. 28, 30), J ü n g s t (1927, S. 172), H o f f m a n n (1949, S. 116) und K u h n (1949, S. 178, 1955a, S. 410) geben eine Transgression aus Norden an. Für eine Transgression aus dieser Richtung spricht das allmähliche Zurückweichen der sandigen Fazies nach Süden: Während des Rät und Schwarzjura α_{1-2} Ablagerung von Sanden im Gebiet Haß-Berg—Coburg—Bamberg, Schwarzjura α - β Gebiet um Nürnberg und Schwarzjura- β Weißenburger Gegend. Für eine genauere, paläogeographische Auswertung ist ein Vergleich grobklastischer Sedimente über weite Entfernungen hin ungeeignet. Besser ist hier die Fauna verwendbar, da sie Fixpunkte liefert. Die ältesten Zonen des Schwarzjura sind nur im Norden vorhanden und die jüngeren greifen immer weiter nach Süden bis Südosten über. Um die genaue Transgressionsrichtung zu ermitteln, wurden alle bisher bekannten Fundpunkte eindeutig rätischer Fauna und möglichst sämtliche Ammonitenfunde aus dem Unteren Schwarzjura zusammengestellt (Taf. 4). (Weggelassen wurden alte Bestimmungen, die bereits berichtigt sind, vgl. S t a h l 1930, S. 100, F r a n k 1930a, S. 167, R ü g e r 1924, S. 137—138. Die übrigen älteren Bestimmungen mögen häufig nach der neueren Artauffassung nicht mehr stimmen. Das ist bei der vorliegenden Rekonstruktion aber belanglos, da nur die Gattungen berücksichtigt wurden). Die in den Grenzschichten selten vorkommenden Ammoniten (K u h n 1949, S. 175, 1955, S. 410 und G u d d e n 1956, S. 54) sollen nach K u h n (1949, S. 176) aus dem marinen Bereich eingedrftet sein. Dies scheint jedoch unwahrscheinlich, da die Ammoniten wohl kaum gegen die von SE kommenden Flüsse stromaufwärts eingedrftet wurden. Viel eher wurden Landpflanzen bis in den marinen Bereich eingeschwemmt. So sind die Pflanzen aus den *Psiloceraten*-führenden Tonen von Sassendorf wesentlich kleiner und schlechter erhalten, als die Pflanzen aus sicher limnischen Tonen. Deshalb muß für die Sassendorfer Pflanzen ein weiterer Transport bis in die marine Fazies angenommen werden.

Die Ammonitenfunde aus den Grenzschichten und unmittelbar über den Grenzschichten wurden in der Karte (Taf. 4) besonders hervorgehoben, um das allmähliche Vordringen und Übergreifen über die älteren Zonen zu veranschaulichen. Da die marinen Faunen der untersten Zonen nach Süden zu allmählich verschwinden und da die Grenzschichten sich mit dem marinen Schwarzjura verzahnen, ist Aufarbeitung von ehemals vorhanden gewesenem Rät und unterstem Schwarzjura im südlichen Mittelfranken durch eine erneute Transgression, wie sie R e u t e r (1927, S. 30, 45), B i r z e r (1958, S. 8—9) und B e c h e r (1960, S. 4) annehmen, nicht nötig. Hier wurde eben vom Rät bis zur Schlotheimien-Zone überhaupt nichts sedimentiert. Bei Aufarbeitung in größerem Umfang müßten mächtige Konglomerate an der Basis des heute vorhandenen Schwarzjura zu finden sein. Die auf Taf. 4

dargestellten Grenzen stellen damit jeweils die östliche Grenze des marin beeinflussten Gebietes dar. Die Grenzen verlaufen generell SW-NE. Die Transgression kam in Franken aus Nord bis Nord-West, wie bisher angenommen von der Hessischen Straße her. Hiermit übereinstimmend wurde von Steinlein (1953, Abb. 4) im Buntsandstein, von Freyberg (1936, Abb. 2—3, 1954, Abb. 5) und Emmert (1965, Abb. 13—18) im Keuper und von Krumbeck (1932, Taf. 1) im Schwarzjura- β ebenfalls ein SW-NE-Verlauf der Faziesgrenzen festgestellt.

Aus diesem Befund kann folgendes Geschehen abgeleitet werden: Im Rät drang von der Hessischen Straße her das Meer nach Süden bis Süd-Osten vor und überflutete in Unterfranken eine Küstenlandschaft. Mit dem Beginn des Schwarzjura erfolgte die Transgression in Oberfranken. Mit dieser Transgression wich die sandig-tonige Küstenfazies nach Süd-Osten nach Mittelfranken zurück. Hier wurde erst ab dem untersten Schwarzjura durch Flüsse ein vorhandenes Relief zuerst mit groben geröllführenden Sanden zugeschüttet, später wurden Grobsande und Tone sedimentiert und das Meer erreichte dies Gebiet um Nürnberg erst im Schwarzjura- α_3 . Aus der regionalen Verteilung der feinkörnigen Sandsteine und der Tonlinsen immer unmittelbar unter dem jeweils ältesten marinen Schwarzjura muß gefolgert werden, daß an der unmittelbaren Küste besonders häufig Tone und feinkörnige Sande abgelagert worden sind.

E. Literaturverzeichnis

- Agassiz, L.: Etudes critiques sur les Mollusques fossiles. Monographie des Myes. — 287 S., 39 Taf., Neuchâtel (Wolfrath) 1842—45.
- Ager, D. V.: A Monograph of the British Liassic Rhynchonellidae. — Palaeontographical Soc. 1956, Teil 1, 1—26 + 1—50, Taf. 1—4, Abb. 1—27, 1958, Teil 2, 51—84, Taf. 5—7, Abb. 28—49, 1962, Teil 3, 85—136, Taf. 8—11, Abb. 50—85, London 1956, 58, 62.
- Aldinger, H.: Über Aufbereitungsvorgänge im Lias alpha Württembergs und die Leitfossilfrage. — Cbl. Miner. Geol. u. Paläont. 1933 B, 91—98, Stuttgart 1933.
- Aldinger, V.: Zur Petrographie des Kiesel sandsteins. — Arb. geol.-paläontol. Inst. Technische Hochschule Stuttgart, N. F. 48, 90 S., 14 Abb., 31 Taf., 7 Tab., Stuttgart 1965.
- Altman, H. J.: Beiträge zur Kenntnis des Rhät-Lias-Grenzbereichs in Südwest-Deutschland. — Diss. Tübingen 117 S., 24 Abb., 2 Taf., Tübingen 1965.
- Anderson, F. W.: Rhaetic Ostracoda. — Bull. geol. Survey G. B. 21, 133—174, Taf. 8—15, London 1964.
- Arkell, W. J., Furnish, W. M., Kummel, B. u. a.: Cephalopoda, Ammonoidea. In: Moore, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4. — Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, 490 S., 558 Abb., Lawrence/Kansas 1957.
- Arndt, H.: Erläuterungen zum Blatt Windsheim (Nr. XXII) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100000, Teilblatt Windsheim. — 64 S., 5 Abb., 7 Taf., München 1933.
- Bach, H.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Waiblingen, 1. Auflage. — 36 S., 1 Taf., 1 geol. Karte, Stuttgart 1870.
- Baldus, H.: Geologische Beschreibung des Hetzlas-Gebirges nebst 2 Gebirgsprofilen. — Diss. Erlangen, 48 S., 1 Taf., Speyer (Jäger) 1893.
- Bartenstein, H.: Neue Foraminiferen aus Unterkreide und Oberkeuper NW-Deutschlands und der Schweiz. — Senck. Ieth. 43/2, 135—149, Taf. 15, 3 Abb., Frankfurt/Main 1962.
- Bartenstein, H. & Brand, E.: Mikro-paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Doggers. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. 439, 1—224, 20 Taf., 20 Abb., 5 Tab., Frankfurt/Main 1937.
- Barthel, K. W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Fremdingen. — Geologica bavarica 32, 64 S., 10 Abb., 1 geol. Karte, München 1957.
- Bauberger, W., Haunschild, H., Schneider, E. F. & Tillmann, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6437 Hirschau. — 138 S., 10 Abb., 3 Beil., München 1960.
- Becher, A.: Geologische Untersuchungen südlich Thalmassing (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh. 35, 19 S., 8 Abb., 1 geol. Karte, Erlangen 1960.
- Benson, R. H., Berdsan, W. A. & Bold, U. A. van den u. a.: Crustacea, Ostracoda. In: Moore, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part Q, Arthropoda 3. — 442 S., 334 Abb., Lawrence (Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press) 1961.
- Berger, H. A. C.: Die Versteinerungen der Fische und Pflanzen im Sandsteine der Coburger Gegend. — 29 S., 4 Taf., Coburg 1832.
- : Die Keuper-Formation mit ihren Konchylien in der Gegend von Coburg. — N. Jb. Miner., Geognosie, Geol. u. Petrefactenkunde 1854, 408—414, Taf. 6, Stuttgart 1854.
- Berger, K.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6731 Abenberg. — 87 S., 9 Abb., 3 Tab., 1 geol. Karte, München 1965.
- Bergler, H.: Geologische Untersuchungen an der Keuper-Lias-Grenze im Gebiet zwischen Weißenburg i. B. und Allersberg. — Diss. Erlangen 95 S., 9 Abb., Erlangen 1937.
- Bettinghaus, H.: Geognostische Beschreibung des Rathsberger Höhenzuges. — Diss. Erlangen 49 S., Erlangen (Junge) 1896.
- Beutler, G. & Gründel, J.: Die Ostracoden des Unteren Keupers im Bereich des Thüringer Beckens. — Freiberg. Forschungsh. C 164, 33—92, 9 Taf., 4 Anl., Leipzig 1963.
- Birzer, F.: Bohrungen Engelthal. — Geol. Bl. NO-Bayern 6, 41—42, Erlangen 1956.
- : Die Bohrungen Schnaittach und Wolfshöhe. — Geol. Bl. NO-Bayern 7, 50—51, Erlangen 1957.
- : Bohrprofile aus dem Keuper im südlichen Franken und der angrenzenden Oberpfalz. — Erlanger geol. Abh. 26, 24 S., 6 Abb., Erlangen 1958.
- Blankenhorn, M.: Saurierfunde im fränkischen Keuper. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen 29 (1897), 67—91, Erlangen 1898.
- Bornemann, J. G.: Geologische Algenstudien. — Jb. kgl. preuss. geol. L.-A. 7 (1886), 116—134, Taf. 4—5, Berlin 1887.
- : Über gesteinsbildende Algen. — Z. deutsch. geol. Ges. 38, 473, Berlin 1886.
- Bräuhäuser, M.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Aalen, 3. Auflage. — 28 S., 1 geol. Karte, Stuttgart 1933.
- Buckman, S. S.: Genera of some Jurassic Brachiopoda. — Privatdruck 2 S., London 1914.
- : Yorkshire Type Ammonites. — 1—7, 778 Taf., London (Wesley) 1909—30.
- Bülow-Trummer, E. v.: Cephalopoda dibranchiata. In: Diener, C.: Fossilium Catalogus 1: Animalia 11, 313 S., Berlin (Junk) 1920.
- Carlé, W. & Linck, O.: Die Stromberg-Mulde im nordwestlichen Württemberg. — N. Jb. Miner. Geol. u. Paläontol. Abh. 90, 427—478, 10 Abb., 3 Tab., Stuttgart 1949.
- Chapman, F.: On Rhaetic foraminifera from Wedmore, in Somerset. — Ann. and Mag. natural Hist., 6. Serie, 16, 305—329, Taf. 11—12, London 1895.

- Christensen, O. B.: Ostracodtyper fra Keuper-Rhaet lagserien i dybdeboringerne ved Harte og Ullerslev. — Medd. dansk. geol. Forening 15/1, 90—99, 3 Taf., 3 Abb., Kopenhagen 1962.
- Colom, G.: La paléocologie des lacs du Ludien-Stampien, inférieur de l'île de Majorque. — Revue de Micropaléontologie 4, 17—29, 4 Taf., 3 Abb., Paris 1961.
- Cox, L. R.: Zu dem Namen *Velata velata* (Goldfuss). — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1931 B, 443—444, Stuttgart 1931.
- Craig, G. J.: A comparative study of the ecology and paleoecology of *Lingula*. — Trans. Edinburgh geol. Soc. 15, 110—120, Taf. 4, 2 Abb., Edinburgh 1952.
- Dacqué, E.: Wirbellose des Jura. In: Gürich, G.: Leitfossilien. 7. Lieferung, 582 S., 48 Taf., 3 Abb., Berlin (Borntraeger) 1934.
- Dadlez, R. & Kopik, J.: Problem retyku w zachodniej Polsce na tle profilu w Księżu Wielkopolskim. — Kwartalnik Geol. 7, 131—158, 2 Taf., 3 Abb., Warschau 1963.
- Dean, W. T., Donovan, D. T. & Howarth, M. K.: The Liassic Ammonite zones and subzones of the North-west European province. — Bull. British Museum (Natural History), Geology 4, 438—505, Taf. 63—75, London 1961.
- Déchaseaux, C.: Pectinides Jurassiques de l'est du bassin de Paris. Révision et biogéographie. — Ann. Paléontol. 25, 1—148, Taf. 1—10, Paris 1936.
- Deffner, C.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Kirchheim. — 70 S., 1 Taf., 1 geol. Karte, Stuttgart 1872.
- Dehm, R.: Beobachtungen im oberen Bunten Keuper Mittelfrankens. — Zbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1935 B, 97—109, 3 Abb., Stuttgart 1935.
- : Ein Coelacanthide aus dem Mittleren Keuper Frankens. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1956, 148—153, 1 Abb., Stuttgart 1956(a).
- : Über einen ersten, verschollenen Coelacanthiden-Fund aus dem Mittleren Keuper Frankens. — N. Jb. Geol. Paläontol. Mh. 1956, 525—529, 1 Abb., Stuttgart 1956(b).
- Donovan, D. T.: The lower Liassic Ammonite fauna from the fossil bed at Langeneckgrat, near Thun (Median Prealps). — Schweiz. paläontol. Abh. 74, 4—58, Taf. 1—7, 11 Abb., Basel 1958.
- Dorn, P.: Der oberfränkische Keuper und Jura. — In: Schuster, M.: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., 6. Abt., 91—121, 1 Abb., München (Oldenburg, Piloty & Löhle) 1928.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Erlangen-Süd, Nr. 180. — 43 S., 1 Abb., München 1930.
- Driessle, H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der Südlichen Frankenalb. NW-Teil des Blattes Nennslingen. — Diplomarbeit Univ. München, 44 S., 4 Taf., 3 Abb., München 1962 (Manuskript).
- Dumortier, E.: Etudes paléontologiques sur les dépôts Jurassiques du bassin du Rhône. — 1, 187 S., 30 Taf., 2, 252 S., 50 Taf., 3, 348 S., 45 Taf., Paris (Savy) 1864—69.
- Edlinger, G. v.: Zur Schichtlagerung und Stratigraphie des Keuper-Lias-Gebietes nördlich Bamberg (unter Auswertung zahlreicher Tiefbohrprofile). — Geol. Bl. NO-Bayern 9, 86—135, 4 Abb., Erlangen 1959.
- Ehrat, H.: Die Rhätformation und die Rhät-Lias-Grenze in Schwaben. — Diss. Tübingen 84 S., 1 Abb., 2 Tab., Tübingen (Hammer) 1920.
- Emmert, U.: Muschelkalk und Keuper. In: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:500 000, 2. Auflage, 81—120, Abb. 9—19, München 1964.
- : Ist der Schilfsandstein des mittleren Keupers eine Flußablagerung? — Geologica bavarica 55, 146—168, 4 Abb., München 1965.
- Engel, T.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. — 3. Aufl., 645 S., 6 Taf., 270 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1908.
- : Geologischer Exkursionsführer durch Württemberg. — 182 S., 82 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1911.
- Fickenschner, K.: Die geologischen Verhältnisse um Nürnberg in Gegenwart und Vergangenheit. — 82 S., 3 Abb., Nürnberg (Wilmy) 1911(a).
- : Der Nürnberger Talkessel in seiner geologischen Vergangenheit. — 23 S., 2 Abb., Nürnberg (Selbstverlag) 1911(b).
- : Geologische Verhältnisse und Entstehungsgeschichte der Landschaftsbilder um Nürnberg. — 63 S., 21 Abb., 7 Prof., Nürnberg (Marek) 1924.
- : Geologische Karte des Stadtgebietes von Nürnberg. — 40 S., 4 Abb., Nürnberg (Stadt Nürnberg) 1930.
- Fiege, K.: Die Biostratigraphie der Arietenschichten Nordwestdeutschlands und Württembergs. — Paläontographica 71, 67—116, Taf. 3—24, Stuttgart 1929.
- Finkel, A.: Der Knollenmergel des Oberen Keupers. — Jb. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg 68, 29—32, 1 Tab., Stuttgart 1912.
- Fischer, G.: Zur Kenntnis der Entstehung der Steinmergel im fränkischen Bunten Keuper. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. 51, 413—476, 19 Abb., 1 Prof., Stuttgart 1925.
- Fischer, R.: Der Tonbruch von Kipfendorf und seine Versteinerungen. — Heimatbl. aus den Coburg-Gothaischen Landen 5, 9 S., Coburg 1907.
- Fraas, E.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Böblingen. — 40 S., 1 geol. Karte, Stuttgart 1896.
- : Die Bildung der germanischen Trias, eine petrogenetische Studie. — Jb. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg 55, 36—100, Stuttgart 1899.
- : Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Stuttgart, 3. Auflage. — 35 S., 13 Abb., 1 geol. Karte, Stuttgart 1910.
- Frank, M.: Beiträge zur Kenntnis des Lias β in Nordbayern. — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1926 B, 400—411, 439—445, 1 Abb., Stuttgart 1926.
- : Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias α in Süddeutschland. — Mitt. geol. Abt. württemberg. statist. L.-A. 13, 242 S., 3 Taf., 1 Tab., Stuttgart 1930(a).
- : Stratigraphie und Bildungsgeschichte des süddeutschen Gipskeupers. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 19, 25—77, Taf. 1—2, 3 Abb., Stuttgart 1930(b).
- Frank, A.: Die Foraminiferen des deutschen Lias. — Abh. preuss. geol. L.-A., N. F. 169, 1—138, 12 Taf., 2 Abb., Berlin 1936.
- Freyberg, B. v.: Die Randfazies des Mittleren Keupers in Mittelfranken. — Sitzungsber. phys.-med. Soz. Erlangen 67 (1935/36), 167—246, 5 Abb., Erlangen 1936.
- : Die Randfazies des Gipskeupers, insbesondere der Benker Sandstein in Franken. — Erlanger geol. Abh. 11, 3—47, 1 Taf., 6 Abb., Erlangen 1954.
- : Erdgeschichtliches Profil des Walzenbruchs (Eltmann Sandstein, Keuper der Hassberge). — Geol. Bl. NO-Bayern 14, 20—30, 6 Abb., Erlangen 1964.
- Freyberg, B. v., Hornung, H. & Heller, F.: Johann Jacob Baiers Oryktographica Norica nebst Supplementen. — Erlanger geol. Abh. 29, 133 S., 10 Abb., Erlangen 1958.
- Fürst, M.: Die Geologie der Creußener Höhenzuges und seiner Umgebung. — Erlanger geol. Abh. 12, 54 S., 1 Taf., 6 Abb., Erlangen 1954.
- Gawlik, J.: Geologie des Vorlandes der Fränkischen Linie zwischen Goldkronach und Neuenmarkt. — Erlanger geol. Abh. 18, 20 S., 1 Taf., 3 Abb., Erlangen 1955.
- Gehlen, K. v.: Erzmikroskopische Beobachtungen an einem Saurierknochen aus dem Feuerletten. — Geol. Bl. NO-Bayern 9, 32—36, 3 Abb., Erlangen 1959.
- Geisselbrecht, K.: Das Rhät am Westhang der Frankenalb von Neumarkt/Opf. bis Forchheim. — 54 S., Erlangen 1932 (Maschinenschr.)
- Gerstlauer, K.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Öttingen. — Mitt. Reichst. Bodenforsch. Zweigst. München 35, 71 S., 1 Karte, 16 Abb., München 1940.
- Goldfuss, A.: Petrefacta Germaniae. — 1. Teil, 1—252, Taf. 1—71, 1826—33, 2. Teil, 1—312, Taf. 72—165, 1834—40, 3. Teil, 1—128, Taf. 166—199, 1841—44, Düsseldorf (Arnz & Co.) 1826—44.

- Gothan, W.: Die unterliassische („rhätische“) Flora der Umgebung von Nürnberg. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg 19, 91—186, Taf. 17—39, 5 Abb., Nürnberg 1914.
- : Die Unterscheidung der Lias und Rhätfloren. — Z. deutsch. geol. Ges. 87, 692—695, Berlin 1935.
- Grimm, W. D.: Idiomorphe Quarze als Leitminerale für salinare Fazies. — Erdöl u. Kohle 15/11, 880—887, 10 Abb., Hamburg 1962.
- Gruss, H.: Geologische Untersuchungen im Bereich des Positionsblattes Meckenhausen. — Erlanger geol. Abh. 21, 21 S., 9 Abb., 1 Karte, Erlangen 1956.
- : Die Altersstellung der „Grenzmergel“ im Gebiet zwischen Weißenburg in Bayern und Freystadt (Opf.). — Geol. Bl. NO-Bayern 7, 116—119, Erlangen 1957.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6833 Hilpoltstein. — 32 S., 4 Abb., München 1958.
- Gudden, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 5834 Kulmbach. — 154 S., 27 Abb., 1 Karte, München 1955.
- Gudden, H. & Treibs, W.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6436 Sulzbach-Rosenberg-Nord. — 143 S., 6 Abb., 9 Beil., München 1961.
- Gümbel, C. W.: Lagerstätte der Keuper-Lias-Pflanzen in Oberfranken; das Bone-Bed daselbst mit seinen fossilen Resten; die Thalassitenbank und ihre Schichtfolge. — N. Jb. Miner., Geognosie, Geol. u. Petrofactenkunde 1858, 550—553, Stuttgart 1858.
- : Über die Gleichstellung der Gesteinsmassen in den nordöstlichen Alpen mit ausseralpinischen Flötzschichten. — Amtl. Ber. 34. Versamml. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte (1858), 80—88, Karlsruhe 1859.
- : Über das Knochenbett und die Pflanzenschichten in der rhätischen Stufe Frankens. — Sitz.-Ber. kgl. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. 1864, 215—278, München 1864.
- : Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebietes. — Bavaria 4/11, 3—77, München 1865.
- : Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Bamberg (Nr. 13) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern (1:100 000). — 55 S., 1 geol. Karte, Kassel 1887.
- Gümbel, C. W. v.: Grundzüge der Geologie. — 1144 S., 504 Abb., Kassel (Fischer) 1888(a).
- : Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Neumarkt (Nr. 14) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern (1:100 000). — 50 S., 1 geol. Karte, Kassel 1888(b).
- : Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit anstoßendem Keupergebiet. — 763 S., 6 geol. Karten, zahlreiche Abb., Kassel (Fischer) 1891(a).
- : Kurze Erläuterungen zum Blatte Ansbach (Nr. 17) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern (1:100 000). — 32 S., 1 geol. Karte, Kassel 1891(b).
- : Geologie von Bayern. — 1184 S., 1 geol. Karte, zahlreiche Abb., Kassel (Fischer) 1894.
- Haarländer, W.: Das Vorkommen von Eisenstein am Moritzberg bei Nürnberg. Ein Bericht aus dem Jahre 1857. — Geol. Bl. NO-Bayern 9, 194—207, 1 Abb., Erlangen 1959.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6231 Adelsdorf. — 72 S., 1 geol. Karte 3 Abb., München 1963.
- Haarländer, W. & Schnitzer, W. A.: Geologie und Lithologie des uranführenden Buntsandsteins von Erlangen und Umgebung. — Erlanger geol. Abh. 37, 3—20, 2 Taf., 9 Abb., Erlangen 1961.
- Haas, H. Monographie der Rhynchonellen der Juraformation von Elsaß-Lothringen. — Abh. geol. Spezialkarte Elsaß-Lothringen 2/2, 1—84, Taf. 1—7, Straßburg 1881.
- Haas, H. & Perti, C.: Die Brachiopoden der Juraformation von Elsaß-Lothringen. — Abh. geol. Spezialkarte Elsaß-Lothringen 2/2, 161—320, Taf. 1—18, 3 Abb., 4 Tab., Straßburg 1882.
- Hagen, M.: Über Ammoniten. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg 7, 169—191, 1 Taf., Nürnberg 1881.
- : Die geologischen Verhältnisse im Arbeitsgebiet der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg 8, 3—27, 2 Abb., Nürnberg 1891.
- Harris, T. M.: Rhaetic Floras. — Biological Reviews 6/2, 133—162, Cambridge 1931.
- : The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. — Part 4: Ginkgoales, Coniferales, Lycopodales and isolated fruktifications. — Medd. om Grønland 112/1, 176 S., 29 Taf., 53 Abb., Kopenhagen 1935.
- : The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. 5. Teil: Stratigraphic relations of the Plant Beds. — Medd. om Grønland 112/2, 114 S., 4 Taf., 5 Abb., Kopenhagen 1937.
- Haunschild, H.: Schwermineralanalytische Untersuchungen an der Keuper-Jura-Grenze im nördl. Franken, insbesondere zwischen Erlangen und Forchheim. — Geol. Bl. NO-Bayern 7, 33—42, 3 Abb., Erlangen 1957.
- Heling, D.: Zur Petrographie des Stubensandsteins. — Diss. Tübingen 56 S., 21 Abb., Stuttgart 1963.
- Heller, F.: Die stratigraphische Verbreitung und die Bedeutung des Vorkommens von *Lingula* und *Estheria* im fränkischen Keuper. — Geol. Bl. NO-Bayern 2, 57—63, Erlangen 1952.
- Hennig, E.: Geologisch-chemische Studien über Tonvorkommen um Nürnberg. — Diss. Erlangen 1920.
- : Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. — 383 S., 61 Abb., Berlin (Borntraeger) 1922.
- Herr, K.: Der Nürnberger Talkessel und seine Entstehung. — Mitt. geogr. Ges. München 9, 401—434, 5 Abb., München 1914.
- Hess, H.: Zur Kenntnis der Crinoidenfauna des Schweizer Jura. 1. Die Gattungsmerkmale von *Isocrinus* und *Pentacrinus*. — Eclogae geol. Helvetiae 48, 468—486, 1 Taf., 11 Abb., Basel 1955.
- Hiltermann, H.: Erkennung fossiler Brackwassersedimente unter besonderer Berücksichtigung der Foraminiferen. — Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen 10, 49—52, Krefeld 1963.
- Hirmer, M. & Hörhammer, L.: Zur weiteren Kenntnis von *Cheirolepis* und *Hirmeriella*. — Paläontographica 79 B, 67—84, Taf. 8, 3 Abb., 1 Beil., Stuttgart 1934.
- : Morphologie, Systematik und geographische Verbreitung der fossilen und rezenten Matoniaceen. — Paläontographica 81 B, 1—70, Taf. 1—10, Beil. A—D, 7 Abb., Stuttgart 1936.
- Hölder, H.: Jura. — Handb. stratigraph. Geol. 4, 603 S., 158 Abb., 43 Tab., Stuttgart (Enke) 1964.
- Hörhammer, L.: Über die Coniferen-Gattung *Cheirolepis* Schimper und *Hirmeriella* nov. gen. aus dem Rät-Lias von Franken. — Bibl. Bot. 107, 1—35, 7 Taf., 11 Abb., Stuttgart 1933.
- Hoffmann, K.: Die Ammoniten des Lias Beta der Langenbrückener Senke I. + II. — Beitr. naturkundl. Forsch. SW-Deutschland 1, 287—303, 3, 3—38, Taf. 1—4, 9 Abb., Karlsruhe 1936, 38.
- : Eine neue Ammonitenfauna aus dem Unteren Lias (Lias β_0) Nordwestdeutschlands. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch. 62 (1941), 228—337, Taf. 16—19, 24 Abb., Berlin 1944.
- : Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. In: Bentz, A.: Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland. S. 113—129, 3 Abb., 1 Tab., Hannover (Amt f. Bodenforsch.) 1949.
- : Die Grenze Unter/Mittellias und die Zone des *Eodero-ceras miles* (Simpson) in Nordwestdeutschland. — Geol. Jb. 64 (1943—1948), 75—121, 1 Taf., 10 Abb., Hannover/Celle 1950.
- Hornung, H.: Stratigraphische, chemische und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Entstehung der Trias-Jura-Grenzschichten im mittleren und östlichen Württemberg. — Diss. Stuttgart 1934.
- Huene, F. v.: Vollständige Osteologie eines Plateosauriden aus dem Schwäbischen Keuper. — Geol. u. paläontol. Abh., N. F. 15 (19), 139—179, 7 Taf., 4 Abb., Jena 1928.
- Jaekel, O.: Über die Wirbeltiere in der Oberen Trias von Halberstadt. — Paläont. Z. 1, 155—215, Taf. 3—5, 34 Abb., Berlin 1914.
- Johnson, J. H.: An introduction in the study of rock building Algae and agal limestone. — Quart. Colorado School Mines 49/2, 117 S., 62 Taf., Golden 1954.

- : Limestone-building Algae and algal limestones. — 297 S., 139 Taf., Colorado (School of Mines) 1961.
- oos, O.: Zur Geologie der Ehrenbürg (Walberla) bei Forchheim. — Abh. geol. Landesuntersuch. bayer. Oberbergamt 26, 33—46, 1 Karte, München 1936.
- ones, T. R.: On some Rhaetic and some Liassic Ostracoda of Britain. — Quart. J. geol. Soc. London 50, 156—169, Taf. 9, London 1894.
- üngst, H.: Die Meeresverbindung Nord-Süddeutschland in der Psiloceraten-Zeit. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. 58 B, 171—214, Taf. 9—10, 5 Abb., Stuttgart 1927.
- fung, W. W.: Zur Biologie und Morphologie einiger disperser Megasporen, vergleichbar mit solchen von *Lycoostrobus scotti*, aus dem Rhät-Lias Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern 8, 114—130, 2 Abb., Taf. 2, Erlangen 1958.
- : Die dispersen Megasporen der fränkischen Rhät-Lias-Grenzsichten. — Paläontographica 107 B, 127—170, Taf. 36—39, 1 Abb., Stuttgart 1960.
- : Mikropaläontologische Untersuchung der Bohrung Adlitz, Oberfranken. — Geol. Bl. NO-Bayern 12, 111—115, Taf. 2, Erlangen 1962.
- Kaul, H.: Geologisch-chemische Studien über die Thon- und Lehmvorkommen um Nürnberg. — Diss. Erlangen 1899, 125 S., 2 Taf., 1 Tab., Kaiserslautern (Rohr) 1900.
- Knetsch, W.: Der Keuper in der bayerischen Oberpfalz. Eine petrogenetische Studie. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. 61 B, 83—150, Taf. 6, 6 Abb., Stuttgart 1929.
- Koenigswald, G. H. R. v.: Das Rotliegende der Weidener Bucht. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. 61 B, 185—242, Taf. 8—11, 2 Abb., Stuttgart 1929.
- Kräusel, R.: Die Juraflora von Sassendorf bei Bamberg. 1. Sporenpflanzen. 2. Samenpflanzen. — Senck. leith. 39, 67—103, Taf. 3—8, 40, 97—136, Taf. 1—4, 11 Abb., Frankfurt/Main 1958—59.
- Kristan-Tollmann, E.: Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut. — Jb. geol. Bundesanstalt Sonder-Bd. 10, 189 S., 39 Taf., 6 Abb., Wien 1964.
- Krumbeck, L.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 161 Erlangen-Nord. — Geol. Landesunters. bayer. Oberbergamt 86 S., 1 Karte, München 1931.
- : Zur Stratigraphie des Lias in Nordbayern. 1. Lias β . — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. 69 B, 1—126, 1 Taf., 1 Tab., Stuttgart 1932.
- : Zur Rhätolias-Stratigraphie und Geologie des Forchheimer Waldes (Regnitzbecken), sowie angrenzender Gebiete. Beiträge zur Geologie von Nordbayern X. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen 63/64, 285—356, 10 Abb., 1 Karte, 1 Profil, Erlangen 1933.
- : Die Rathsborg-Schichten, das jüngste Glied des Keupers in Franken. Beiträge zur Geologie von Nordbayern XII. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen 67 (1935/36), 15—62, 4 Taf., Erlangen 1936.
- : Das Rhät in Nordwest-Franken. Beiträge zur Geologie von Nordbayern XIII. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen 71, 1—130, 4 Taf., 1 Abb., Erlangen 1939.
- : Geologie der Ehrenbürg bei Forchheim (Oberfranken). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 96 B, 375—420, 3 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1953.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6232 Forchheim. — 80 S., 4 Taf., 2 Abb., München 1956.
- Krumm, H.: Mineralbestand und Genese fränkischer Keuper- und Lias-Tone. — Geol. Rundschau 51, 478—493, 12 Abb., Stuttgart 1961.
- : Mineralbestand und Genese fränkischer Keuper- und Lias-Tone. — Beitr. Miner. u. Petrogr. 11, 91—137, 24 Abb., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1965.
- Kuhn, O.: Stratigraphische Untersuchungen im Lias bei Bamberg. — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1933 B, 8—20, Stuttgart 1933.
- : Beobachtungen im fränkischen Rhätolias. — Ber. naturforsch. Ges. Bamberg 27, 119—126, Bamberg 1934 (a).
- : Neues zur Stratigraphie des Lias α in Franken. — Zbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1934 B, 119—124, Stuttgart 1934 (b).
- : Die Tier- und Pflanzenreste der Schlottheimia-Stufe (Lias α_3) bei Bamberg. — Abh. geol. Landesunters. bayer. Oberbergamt 13, 52 S., 3 Taf., München 1934 (c).
- : Weitere Beiträge zur Fauna des untersten Lias in Schwaben und Franken. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg 91, 2—18, Taf. 1—3, Schwäbisch Hall 1935.
- : Bemerkungen zur Entstehung und Gliederung des Oberen Keupers in Süddeutschland. — Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschlands 2/1, 156—160, Karlsruhe 1937 (a).
- : Lebensbild des Wirbeltiervorkommens im Keuper von Ebrach. — Palaeont. Z. 19, 315—321, 5 Abb., Berlin 1937 (b).
- : Beiträge zur Keuperfauna von Halberstadt. — Paläont. Z. 21, 258—286, Taf. 16—23, 7 Abb., Berlin 1938.
- : Zur Gliederung und Fossilführung des Lias und Doggers in Franken. — Ber. naturforsch. Ges. Bamberg 30, 34—89, Bamberg 1947.
- : Das Alter des fränkischen Rhäts nebst Bemerkungen über Rathsborg- und Arietenschichten. — N. Jb. Miner. Geol. u. Paläont., Mh. 1949 B, 174—180, 1 Abb., Stuttgart 1949.
- : Der erste Nachweis von *Psiloceras* in den Pflanzenschiefen des fränkischen Rhätolias. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1955 B, 408—411, Stuttgart 1955 (a).
- : Das älteste Dicotylenblatt im Lias α , bei Sassendorf gefunden. — Geol. Bl. NO-Bayern 5, 164—165, Erlangen 1955 (b).
- : Ein Rhätolias-Aufschluß ohne Angulatussandstein bei Hirschaid. — Geol. Bl. NO-Bayern 5, 126—128, Erlangen 1955 (c).
- : Ein neuer Fund von *Psiloceras* am Kreuzberg bei Hallstadt. — Geol. Bl. NO-Bayern 9, 81—82, Erlangen 1959.
- Lang, R.: Über die Lagerung und Entstehung des mittleren Keupers im Südlichen Württemberg. — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1909 B, 41—53, 2 Abb., Stuttgart 1909.
- : Das Vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Ein Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg 67, 218—259, Taf. 2, Stuttgart 1911.
- : Zur Stratigraphie des Keupers in Süddeutschland. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg 75, 185—208, 2 Abb., Stuttgart 1919.
- Lang, W. D.: The Belemnite marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset Coast. 4. The Belemnites. — Quart. J. geol. Soc. London 84, 196—222, Taf. 13—15, London 1928.
- Lange, W.: Zur Paläogeographie und Ammonitenfauna des Lias α , nebst einer Revision der Nürtinger Psilopenfauna. — Z. deutsch. geol. Ges. 77, 439—528, Taf. 18—21, 13 Abb., Berlin 1925.
- : Die biostratigraphischen Zonen des Lias α und Vollraths petrographische Leithorizonte. — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1931 B, 349—372, Stuttgart 1931.
- : Revision der Ammoniten aus dem Lias α , (Psilopen-schichten) von Coburg und Gotha, nebst Bemerkungen über den Lias- β von Gotha. — Zbl. Miner., Geol. u. Paläont. 1939 B, 463—477, Stuttgart 1939.
- Lehner, L.: Schwarzjurastudien. — Arb. Sekt. Heimatforsch. naturhist. Ges. Nürnberg 3, 29—31, Taf. 8, Nürnberg 1928.
- Linck, O.: Die Spur *Isopodichnus*. — Senckenbergiana 25, 232—255, 10 Abb., Frankfurt 1942.
- Lissack, A.: Die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Kalchreuth und Eschenau bei Erlangen. — Diss. Erlangen, 53 S., Berlin 1894.
- Lissajous, M.: Répertoire alphabétique des Bélemnites Jurassiques. Herausgeber Roman, F. — Trav. Lab. Géol. Fac. Science Lyon 7/8, 2—173, 1 Taf., 23 Abb., Lyon 1925.
- : Description de quelques nouvelles espèces de Bélemnites Jurassiques. Herausgeber Roman, F. — Trav. Lab. Géol. Fac. Science Lyon 7/10, 1—42, 4 Taf., Lyon 1927.

- Loeblich, A. R. & Tappan, H.: Sacrodina, chiefly „Thecamoebians“ and Foraminiferida. In: Moore, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C, Protista 1—2. — 900 S., 653 Abb., Lawrence (Geol. Soc. America & Kansas Press) 1964.
- Loretz, H.: Übersicht der Schichtenfolge im Keuper bei Coburg. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-A. **15** (1894), 139—181, 3 Abb., Berlin 1895(a).
- : Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Blatt Ros-sach. — 16 S., Berlin 1895(b).
- : Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Blatt Co-burg. — 50 S., 2 Abb., Berlin 1895(c).
- : Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Blatt Ös-lau. — 63 S., 2 Abb., Berlin 1895(d).
- Mägdelfrau, K.: Paläobiologie der Pflanzen. — 3. Aufl., 443 S., 367 Abb., Jena (Fischer) 1956.
- Markthaler, R.: Die Feuerlettenkonglomerate und das Transgressionsproblem im Mittleren Keuper Frankens. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg **26**, 51—164, 4 Tab., Nürnberg 1937.
- Meyer, H. v.: Die Fauna der Vorwelt. Die Saurier des Muschelkalkes mit Rücksicht auf die Saurier aus dem Bunten Sandstein und Keuper. — 167 S., 70 Taf., Frankfurt (Keller) 1847—55.
- Moberg, J. C.: Om de äldsta kritaflageringarne och Rät-Lias i sydöstra Skåne. — Öfvers. kongl. Vetenskaps-Akad. Förhandl. **39/9**, 29—36, Taf. 17, Stockholm 1882.
- Morkhoven, F. P. C. M.: Post-Palaeozoic Ostracoda, their Morphology, Taxonomy and Economic Use. — 2 Bände 1. 269 S., 8 Taf., 79 Abb., 2 478 S., 4 Taf., 763 Abb., Amsterdam-London-New York (Elsevier) 1962—63.
- Müller, A. H.: Grundlagen der Biostratonomie. — Abh. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Math.-Naturw. **1950/3**, 1—147, 79 Abb., 26 Tab., Berlin 1951.
- Müller, K.: Psilonotenschichten im Gebiet Itz und Bau-nach (südwestlich von Coburg). — Zbl. Miner., Geol. u. Paläont. **1937 B**, 39—50, 1 Abb., Stuttgart 1937.
- Nathorst, A. G.: Om de växtförande lagren i Skånes kol-förande bildningar och deras plats i lagerföljden. — Geol. Förenings Förhandl. **5/6**, 276—284, Stockholm 1880.
- Neupert, E.: Das Gebiet der Störungszone von Kirchen-thumbach und Segenthumbach (Oberpfalz). — Erlanger geol. Abh. **32**, 84 S., 2 Taf., 9 Abb., Erlangen 1959.
- Oertle, G. F.: *Cleithrolepis brückneri* n. sp. der erste Vertreter der Gattung aus der europäischen Trias. — Cbl. Miner., Geol. u. Paläont. **1931 B**, 297—300, 1 Abb., Stuttgart 1931.
- Oertli, H. J.: Fossile Ostracoden als Milieuindikatoren. Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen **10**, 53—66, 5 Taf., 2 Abb., 3 Tab., Krefeld 1963.
- Orbigny, A. d': Paléontologie française, Terrains Ju-rassique 1. — 642 S., 234 Taf., Paris 1842—49.
- Pfaff, F.: Beiträge zur Kenntnis des fränkischen Juras. — N. Jb. Miner., Geognosie, Geol. u. Petrefactenkunde **1857**, 1—21., 1 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1857.
- Pfeiffer, W.: Gerölle im Keuper. — Jber. Mitt. ober-rhein. geol. Ver., N. F. **10**, 13—22, Taf. 1, Karlsruhe 1921.
- : Das Vindelizische Land, Beitrag zur Paläographie Süddeutschlands. — Erdgesch. landeskundl. Abh. Schwaben und Franken geol. geogr. Inst. Univ. Tü-bingen **5**, 63 S., 5 Abb., Öhringen 1923.
- Phillips, J.: A monograph of British Belemnitidae: Jurassic. — Paleontogr. Soc. London **1836—1909**, 1—128, Taf. 1—36, London 1865—1909.
- Picard, L.: Die Fränkische Alb von Weißenburg i. B. und Umgebung. — Diss. Freiburg, 80 S., 1 Abb., Kon-stanz (Schatz) 1923.
- Popp, O.: Der Sandstein von Jägersburg bei Forchheim und die in ihm vorkommenden Pflanzen. — N. Jb. Miner., Geognosie, Geol. u. Petrefactenkunde **1863**, 393—417, Stuttgart 1863.
- Pugin, L.: Le Rhétien, étage du Trias ou de Jurassique. — Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962, Comptes Rendus et Mémoires, 91—100, Luxembourg 1964.
- Quenstedt, F. A.: Der Jura. — 842 S., 103 Taf., 42 Abb., Tübingen (Laupp) 1858.
- : Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg Atlasblatt Tübingen. — 20 S., 1 geol. Karte von H. Bach, Stuttgart 1865.
- : Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Göppingen. — 21 S., 1 geol. Karte von J. Hildenbrand, Stuttgart 1867.
- : Die Brachiopoden. — Petrefactenkunde Deutschlands 1. Abt. **2**, Text: 748 S., Atlas: Taf. 37—61, Leipzig (Fues) 1871.
- : Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg Atlasblatt Löwenstein. — 26 S., 1 geol. Karte von H. Bach und J. Hildenbrand, Stutt-gart 1874.
- : Die Echiniden. — Petrefactenkunde Deutschlands. 1. Abt. **3** Text: 720 S., Atlas: Taf. 62—89, Leipzig (Fues) 1872—75.
- : Die Asteriden und Encriniden. — Petrefactenkunde Deutschlands 1. Abt. **4**, Text: 742 S., Atlas: Taf. 90—114, Leipzig (Fues) 1874—76.
- : Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. — 3 Bände: Texte: 1140 S., Atlanten: 126 Taf., Stuttgart (Schwei-zerbart) 1883—88.
- Rabitz, G.: Foraminiferen aus dem Göttinger Lias. — Paläont. Z. **37**, 198—224, Taf. 16—17, Stuttgart 1963.
- Rau, K.: Die Brachiopoden des Mittleren Lias Schwabens mit Ausschluss der Spiriferinen. — Diss. Tübingen **94 S.**, 4 Taf., 6 Abb., 1 Tab., Jena (Fischer) 1905.
- Reiff, W.: Obere bunte Estheriensichten, Schilfsandstein und Dunkle Mergel im mittleren Württemberg. — Tübinger geogr.-geol. Abh. Schwaben-Franken **26**, 1—200, Öhringen 1938.
- Reul, K.: Geologie des Kartenblattes Thurnau (Ofr.) 1: 25 000. Nebst Untersuchungen über den Mechanis-mus der tektonischen Erscheinungen. — Erlanger geol. Abh. **6**, 72 S., 1 Taf., 12 Abb., Erlangen 1953.
- Reuter, L.: Der Keuper. In: Schuster, M.: Abriss der Geologie von Bayern r. d. Rh. 4. Abt., 19—45, 1 Abb., (Oldenburg, Pilothy & Löhle) 1927.
- Richter, R.: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie 12—16. — Senckenbergiana **8**, 200—224, Taf. 3, 297—315, Taf. 6—8, Frankfurt/Main 1926.
- : Einführung in die zoologische Nomenklatur durch Er-läuterung der internationalen Regeln. — 2. Aufl., 252 S., Frankfurt/Main (Kramer) 1948.
- Römer, C. F.: Geologie von Oberschlesien. — 3 Bände Text: 587 S., Atlas: 50 Taf., 12 Karten, Breslau (Preuß. Handelsminist.) 1870.
- Roth, J. F.: Geschichte des Nürnberger Handels. — 372 S., Leipzig (Böhme) 1801.
- Rüger, L.: Versuch einer Paläogeographie der süddeut-schen Länder der Trias-Jura-Wende. — Verh. natu-rhist.-med. Ver. Heidelberg N. F. **15/2**, 95—232, 3 Taf., Heidelberg 1924.
- Salfeld, H.: Fossile Landpflanzen der Rhät-Jura-Forma-tion Südwestdeutschlands. — Paläontographica **54**, 163—204, Taf. 14—22, Stuttgart 1907.
- Salger, M.: Mineralbestand von Tonen des fränkischen Keuper und Jura. — Geologica bavarica **39**, 69—95, München 1959.
- Sandberger, F.: Bemerkungen über die Grenzregion zwischen Keuper und Lias in Unterfranken. — Sit-zungsber. würzburg. phys.-med. Ges. **1884**, 1—6 Würzburg 1884.
- Schäffle, L.: Über Lias- und Doggeraustern. — Geol. u. palaeontol. Abh. N. F. **17/2** (21), 63—150, 6 Taf., 12 Abb., Jena 1929.
- Schalech, F.: Geologische Spezialkarte von Baden. Erläu-terungen zu Blatt Griessen (Nr. 157). — 117 S., 3 Taf., Heidelberg 1922.
- Schäuroth, K. v.: Über das Vorkommen des *Semio-notus Bergeri* im Keuper bei Coburg. — Z. deutsch. geol. Ges. **3**, 405—410, Taf. 17, Berlin 1851.
- : Verzeichnis der Versteinerungen im herzoglichen Na-turalienkabinet zu Coburg. — 327 S., 30 Taf., Coburg (Dietz) 1865.

- chenk, A.: Die fossile Flora der Grenzsichten des Keupers und Lias Frankens. — Text: 232 S., Atlas: 45 Taf., Wiesbaden (Kreidel) 1867.
- Scherzer, H.: Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. — 1 Teil (1920) 184 S., 12 Taf., 2. Teil (1922) 190 S., 5 Taf., 28 Abb., Wunsiedel (Kohler) 1920, Nürnberg (Spindler) 1922.
- : Geologisch-botanische Heimatkunde von Nürnberg und Umgebung. — 248 S., 15 Abb., Nürnberg (Frommann) 1921.
- Schieber, W.: Der Untere und Mittlere Lias im württembergisch-bayerischen Grenzgebiet. (Aalen — Wassertrüdingen). — Diss. Tübingen 96 S., 3 Taf., Tübingen (Becht) 1936.
- Schlosser, M.: Die Fauna des Lias und Doggers in Franken und der Oberpfalz. — Z. deutsch. geol. Ges. **53**, 513—569, Taf. 16, 4 Abb., Berlin 1901.
- Schlothheim, E. F.: Die Petrefactenkunde. — 3 Bände: S. 1—437, Taf. 1—15, Nachträge: 1 S. 1—100, Taf. 1—21, 2 S. 1—114, Taf. 22—57, Gotha (Becker) 1820, 22, 23.
- Schmidt, K. G.: Geologie von Neumarkt (Oberpfalz). — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. **33**, 1—120, 3 Taf., 10 Abb., Freiburg 1926.
- Schmidt, M.: Die Lebewelt unserer Trias. — 461 S., 1220 Abb., Nachtrag 1938, 143 S., zahlreiche Abb., Öhringen (Rau) 1936, 38.
- Schneider, E. F.: Parallelisierung der Randfazies des Keupers von Hirschau (Opf.) mit der Normalfazies. — Erlanger geol. Abh. **16**, 17 S., 1 Taf., 5 Abb., Erlangen 1955.
- Schneider, G. F.: In: Materialien für die Paläontologie. Neue Familien und Gattungen. — Material wissenschaftl. geol. Allunions-Forschungsinst. (Wsegei) des Minist. Geol. u. Lagerstätten UdSSR, N. S., **12**, Moskau 1956. (russisch).
- Schnitzer, W. A.: Entfärbungshöfe in den Lehrbergsschichten des Zenngrundes. — Geol. Bl. NO-Bayern **3**, 58—64, Erlangen 1953.
- Schreiber, S.: Faziesverhältnisse des Buntsandsteins und Keupers bei Kronach. — Erlanger geol. Abh. **22**, 72 S., 2 Taf., 10 Abb., Erlangen 1956.
- : Geologische Aufnahme der Umgebung von Berching (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh. **28**, 12 S., 1 geol. Karte, 2 Abb., Erlangen 1958.
- Schrüfer, T.: Über den oberen Keuper und oberen Jura in Franken. — Ber. naturforsch. Ges. Bamberg **7**, 1—50, Bamberg 1863.
- Schuster, M. & Heim, F.: Der mittlere oder Bunte Keuper. Die Keuperbildungen der nördlichen Frankenhöhe des randlichen Steigerwaldes und der Haßberge. In: Schuster, M.: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rheins 6. Abt., S. 72—84, 3 Abb., München (Oldenburg, Piloty & Löhle) 1928.
- Schwarz, A.: Flora von Nürnberg-Erlangen. 1. oder allgemeiner Teil. — 233 S., 4 Taf., Nürnberg (Sebald) 1897.
- Schwegler, E.: Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. — Paläontographica **116** A, 59—103, 4 Abb., **118** A, 47—68, 12 Abb., Stuttgart 1961, 62.
- Seemann, R.: Das Saurischierlager in den Keupermergeln bei Trossingen. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg **89**, 129—158, Taf. 1—3, Stuttgart 1933.
- : Merkwürdige Lebensspuren in den Trossinger Keupermergeln und ihre Bedeutung für die Erklärung des Saurischierlagers. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **30**, 42—47, Taf. 4, Freiburg 1941.
- Seitz, O. & Wicher, C. A.: Über die im Bereich der Tempelburger Struktur gestoßenen Tiefbohrungen und ihre Bedeutung für Stratigraphie und Paläogeographie der Trias. — Geol. Jb. **65** (1949), 463—496, 6 Abb., Hannover/Celle 1951.
- Sierotin, T.: Sporen aus *Dictyophyllum exile*. — Advancing Frontiers of Plant Sciences **1**, 185—194, Taf. 1—2, 1 Abb., Neu Dehli o. J. (ca. 1962).
- Sixtel, T. A.: Die Flora des Rhät und des Lias in Mittelasien als Merkmal zur Stratigraphie. — Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962, Comtes Rendus et Mémoires, S. 403—410, 1 Tab., Luxemburg 1964.
- Söll, H.: Stratigraphie und Ammonitenfauna des mittleren und oberen Lias- β (Lotharingen) in Mittel-Württemberg. — Geol. Jb. **72**, 367—434, Taf. 17—20, 49 Abb., 2 Tab., Hannover 1957.
- Sohn, I. G.: The transformation of opaque Calcium Carbonate to translucent Calcium Fluoride in fossil Ostracoda. — J. Paleontology **30**/1, 113—114, Taf. 25, 1 Abb., Menasha 1956.
- : Triassic Ostracodes from Makhtesh Ramon, Israel. — Bull. geol. Survey Israel 1966 (im Druck, Verzeichnis der Trias-Ostracoden-Literatur).
- Stätsche, K.: Die Pectiniden des schwäbischen Jura. — Geol. u. paläontol. Abh., N. F. **15**/1 (19), 1—136, Taf. 1—6, 12 Abb., Jena 1926—28.
- Stahl, W.: Geologische Untersuchungen zwischen unterer Pegnitz und Schwarzach. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen **61** (1929/30), 93—202, 8 Abb., Erlangen 1930.
- Steinlein, H.: Geologie des Kitschenrain. — Erlanger geol. Abh. **1**, 16 S., 1 Taf., 2 Abb., Erlangen 1952.
- : Der Buntsandstein am Westrand der Böhmisches Masse. — Erlanger geol. Abh. **8**, 94 S., 3 Taf., 4 Abb., Erlangen 1953.
- Streim, W.: Geologie der Umgebung von Beilngries (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh. **36**, 15 S., 6 Abb., 1 geol. Karte, Erlangen 1960.
- Stromer, E. v.: Über Fossilfunde im Rhät und Unteren Lias bei Altdorf in Mittelfranken. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg **18**, 3—6, Nürnberg 1909.
- Tappan, H.: Foraminifera from the Arctic Slope of Alaska. General introduction and part 1. Triassic Foraminifera. — U. S. geol. Surv., Prof. Pap. **236** A, 20 S., 5 Taf., 2 Abb., Washington D. C. 1951.
- Thürach, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden. — Geogn. Jh. **1**, 75—162, 2 Abb., **2**, 1—90, 1 Abb., München 1888—89.
- : Beiträge zur Kenntnis des Keupers in Süddeutschland. — Geogn. Jh. **13**, 7—53, 3 Abb., München 1900.
- : Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Erläuterungen zu Blatt Odenheim (Nr. 47). — 38 S., 2 Abb., Heidelberg 1902.
- : Geologische Spezialkarte von Baden. Erläuterungen zu Blatt Wiesloch (Nr. 41). — Heidelberg 1904.
- Tillman, H., Treibs, W. & Ziehr, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6537 Amberg. — 222 S., 27 Abb., München 1963.
- Trueman, A. E. & Williams, D. M.: Studies in the Ammonites of the family Echioceratidae. — Trans. roy. Soc. Edinburgh **53** (1925), 699—739, Taf. 1—4, Edinburgh 1925.
- Trusheim, F.: Triopsiden (Crust. Phyll.) aus dem Keuper Frankens. — Paläont. Z. **19**, 198—216, Taf. 13—14, 10 Abb., Berlin 1937.
- Tuchkov, I. I.: Rhaetian Stage problem and the lower boundary of the Jurassic System. — Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962, Comptes Rendus et Mémoires, 101—112, Luxemburg 1964.
- Vollrath, P.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Waiblingen, 3. Auflage. — 55 S., 1 geol. Karte, Stuttgart 1925.
- : Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte des mittleren und oberen Keupers in Südwestdeutschland. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. **60** B, 195—306, Taf. 16—27, 1 Abb., Stuttgart 1928(a).
- : Zur Stratigraphie des Lias α in Süddeutschland. — Zbl. Miner. Geol. u. Paläont. **1928** B, 15—30, 83—98, 4 Abb., Stuttgart 1928(b).
- Wagner, G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. — 2. Aufl., 664 S., 588 Abb., 200 Taf., Öhringen (Hohenlohe) 1950.
- Walliser, O. H.: Chronologie des Lias α zwischen Fildern und Klettgau (Arietenschichten, Südwestdeutschland). — N. Jb. Geol. u. Paläontol., Abh. **103** B, 181—222, Taf. 10—11, 5 Abb., Stuttgart 1956.

- Walther, J.: Die Entstehung von Kantengeröllen in der Galiläawüste. — Ber. kgl. sächs. Ges. Wiss., math.-phys. Kl. **59**, 133—136, 1 Taf., Dresden 1887.
- : Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. — 1. Aufl. 1900, 4. Aufl., 421 S., 203 Abb., Leipzig (Quelle & Meyer) 1924.
- Wasserstein, B.: Zur Petrogenese des Burgsandsteins zwischen Nürnberg und Weißenburg i. B. mit besonderer Berücksichtigung der seltenen Bestandteile. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., Beil.-Bd. **70** B, 335—392, Taf. 12—13, 2 Abb., 9 Tab., Stuttgart 1933.
- Wellnhofer, P.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Blattes Weißenburg i. B., NE-Quadrant. — 19 S., 1 geol. Karte, München 1961 (Maschinenschrift).
- Werner, E.: Über die Belemniten des Schwäbischen Lias und die mit ihnen verwandten Formen des Braunen Jura (Acoeli). — Paläontographica **59**, 103—146, Taf. 10—13, Stuttgart 1913.
- Wiher, C. A.: Zur mikropaläontologischen Gliederung des nichtmarinen Rät. — Erdöl und Kohle **4**, 755—760, 1 Taf., 1 Abb., Hamburg 1951.
- : Die mikropaläontologische Gliederung des nichtmarinen Keuper. — Erdöl und Kohle **10**, 3—7, 6 Abb., Hamburg 1957.
- Will, H. J.: Paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. — Diss. Tübingen 1953, 288 S., 25 Taf., Tübingen 1953 (Maschinenschrift).
- Wurster, P.: Geometrie und Geologie von Kreuzschichtungskörpern. — Geol. Rundschau **47**, 322—359, 3 Taf., 27 Abb., Stuttgart 1958.
- : Delta sedimentation in the German Keuper Basin. — Dev. in Sedimentol. **1**, 436—446, 8 Abb., Amsterdam, London, New York (Elsevier) 1964.
- : Geologie des Schilfsandsteins. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg **35**, Text: 140 S., 57 Abb., 4 Taf., Atlas: 15 Karten, Hamburg 1965(a).
- : Krustenbewegungen, Meeresspiegelschwankungen und Klimaänderungen der deutschen Trias. — Geol. Rundschau **54**, 224—240, 11 Abb., Stuttgart 1965.
- Zeiss, A.: Über Ammoniten aus dem Sinémurien Südwest-Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern **15**, 22—50, Taf. 2, 3 Abb., Erlangen 1965.
- Ziegler, H. J.: Beschreibung einer Foraminiferenfauna aus dem Rhät vom Großen Haßberg (Nordbayern). Bemerkungen zur Stratigraphie und Paläogeographie des Rhäts in Franken. — Geologica bavarica **53**, 36—62, 2 Taf., München 1964.
- Zieten, C. H. v.: Die Versteinerungen Württembergs. — 102 S., 72 Taf., Stuttgart (Expedition des Werkes unserer Zeit) 1830.
- Zürlick, F.: Die fossile Rhäthflora von Großbellhofen. — Der Aufschluß **6/3**, 43—51, 4 Abb., Heidelberg 1955.

F. Erklärung der Tafeln

Tafel 1

- Fig. 1: Dünnschliff: Konglomerat. Steinmergelgerölle z. T. mit radialen Schwundrissen und vielen Quarzen in der Kalk-Matrix. Feuerletten (mittl. Konglomerat), Letten Bl. Röttenbach (Nicols +, Vergr. 32x).
- Fig. 2: Dünnschliff: Konglomerat. Dolomithomboeder in einem Steinmergelgeröll. Feuerletten (mittl. Konglomerat), Steinberg Bl. Röttenbach (Nicols parallel, Vergr. 42x).
- Fig. 3: Dünnschliff: Radialschnitt durch *Zonotrichites lissaviensis* Bornemann. Feuerletten, Kreuzgraben Bl. Lauf (Vergr. 50x).
- Fig. 4: Anschliff: Graue Steinmergelknolle mit nachträglich rot verfärbten Schwundrissen. Feuerletten, Reingraben Bl. Röttenbach (1x).

- Fig. 5: Anschliff: Steinmergelknolle mit Kreuzschichtungsgefüge. Feuerletten, Nessenbach Bl. Lauf (1x).
- Fig. 6: Anschliff: Konglomerat, in ursprünglicher Lage abgebildet, oben ursprüngliche Rot-Färbung, unten postsedimentär grau verfärbt, Farbwechsel unscharf. Feuerletten (mittl. Konglomerat), Birnthon/Bl. Röttenbach (1x).
- Fig. 7: Anschliff: Konglomerat, in ursprünglicher Lage abgebildet, oben ursprüngliche Rot-Färbung, unten postsedimentär grau verfärbt. Die Grenze der Rot-Grau-Färbung ist äußerst scharf und geht mitten durch einige Gerölle hindurch. Außerdem sind einige Gerölle in der roten Partie unten entfärbt. Feuerletten (mittl. Konglomerat), Hühnerbrunn/Bl. Röttenbach (1x).

Tafel 2

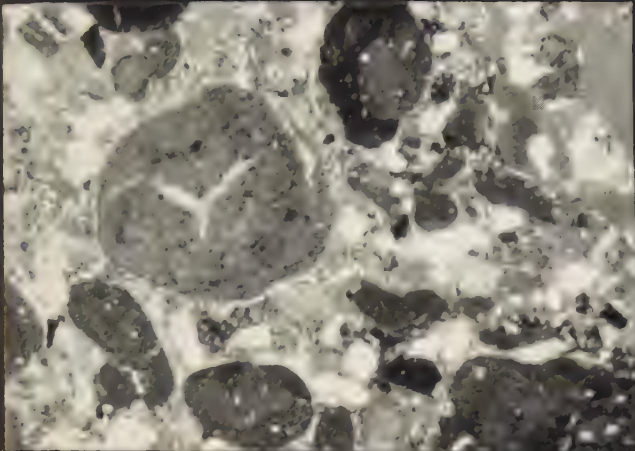
- Fig. 1: *Cytherissinella* sp., 1a Gehäuse von rechts, 1b Gehäuse, ventral. Feuerletten, Letten Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 2: *Darwinula liassica* Jones, Gehäuse von rechts. Feuerletten, Thauengraben Bl. Feucht (Vergr. 50x).
- Fig. 3: *Darwinula major* Jones, 3a Gehäuse von rechts, 3b Gehäuse, ventral. Feuerletten, Kreuzgraben/Bl. Lauf (Vergr. 50x).
- Fig. 4: *Darwinula liassica* Jones, Gehäuse von rechts. Feuerletten, Schmidgraben Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 5: *Darwinula major* Jones, 5a Gehäuse von rechts, 5b Gehäuse, ventral. Feuerletten, Leinburg Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 6: *Darwinula liassica* Jones, 6a Gehäuse von rechts, 6b Gehäuse, ventral. Feuerletten, Leinburg/Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 7: *Ammodaculites* sp. Feuerletten, Leinburg Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 8: *Darwinula* sp., 8a Gehäuse von rechts, 8b Gehäuse, ventral. Feuerletten, Leinburg Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 9: *Nodosaria* cf. *costata* (Bornemann), Feuerletten, Leinburg Bl. Röttenbach (Vergr. 30x).
- Fig. 10: *Darwinula* sp., Gehäuse von rechts. Feuerletten, Birnthon Bl. Röttenbach (Vergr. 50x).
- Fig. 11: *Zonotrichites lissaviensis* Bornemann, Feuerletten, Nessenbach Bl. Lauf (Anschliff, Vergr. 1x).
- Fig. 12: *Unio franciscus* Dehm, Feuerletten, Ellinger Sommerkeller Bl. Weissenburg (Vergr. 1x).
- Fig. 13—14: *Zonotrichites lissaviensis* Bornemann, Feuerletten, Kreuzgraben Bl. Lauf (Vergr. 1x).

Tafel 3

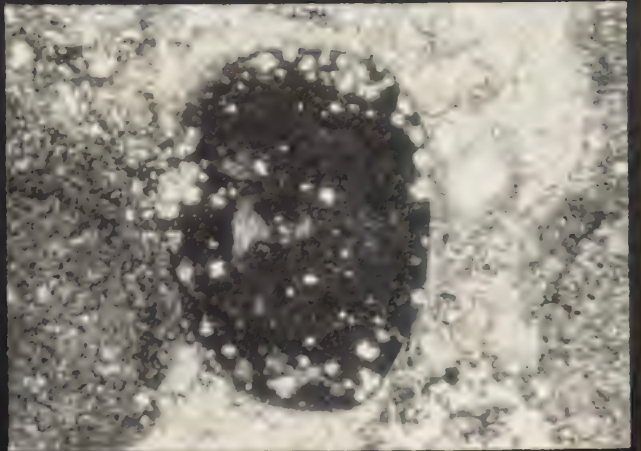
Mächtigkeitskurven des Unteren Schwarzzura zwischen Schwarzach und unterer Pegnitz. a. Die Mächtigkeit des Arietensandsteins nimmt von W nach E ab. b. Die Mächtigkeit der Oxynotum- und Raricostatum-Schichten nimmt ebenfalls von W nach E ab und dabei gehen sie von einem sandigen Mergel in einen mergeligen Sand über.

Tafel 4

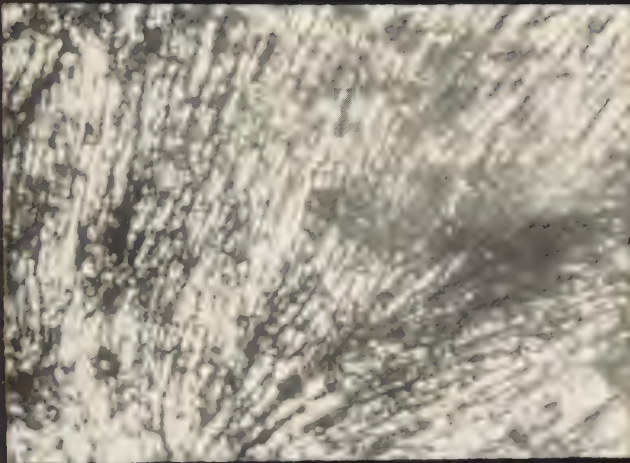
Transgression des Schwarzzura im schwäbisch-fränkischen Gebiet (belegt durch Ammonitenfunde und Funde rätischer Fauna). In Franken kam die Transgression von N bis NE, von der Hessischen Straße her. Die jeweils jüngeren Schichten greifen über die älteren. Eine Ausnahme macht nur der Schwarzzura-ss im Riesvorland, denn er fehlt hier (Schopflöcher Schwelle Barthel 1957). Die rätische Lepidopteris-Flora ist nur in einem schmalen Streifen östlich und südöstlich des marinen Rät, die liassische Thaumatopteris-Flora dagegen in einem breiten Streifen parallel zum marinen Unteren Schwarzzura nachgewiesen.



1



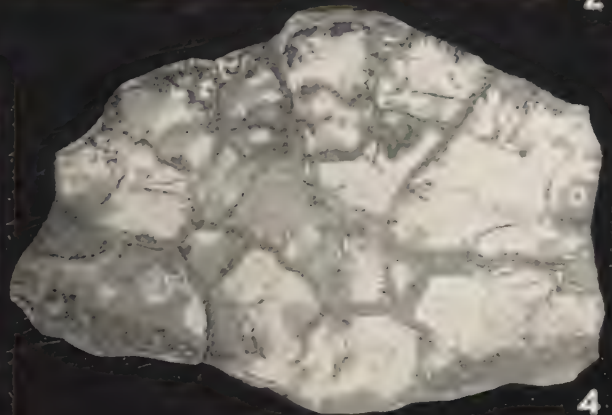
2



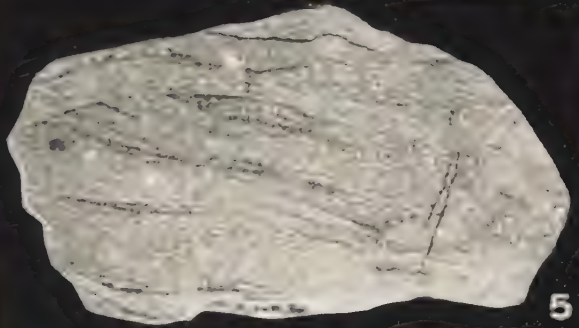
3



6



4

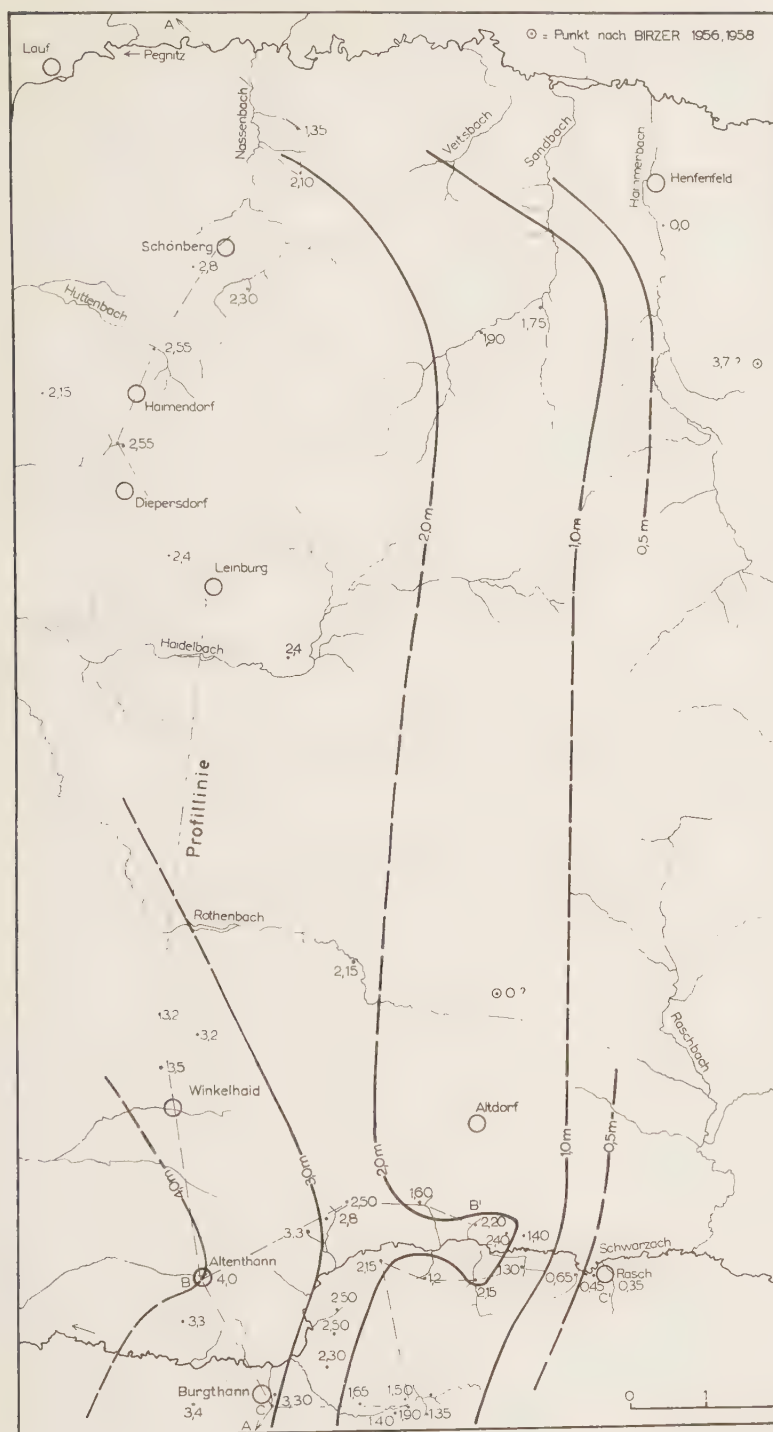


5

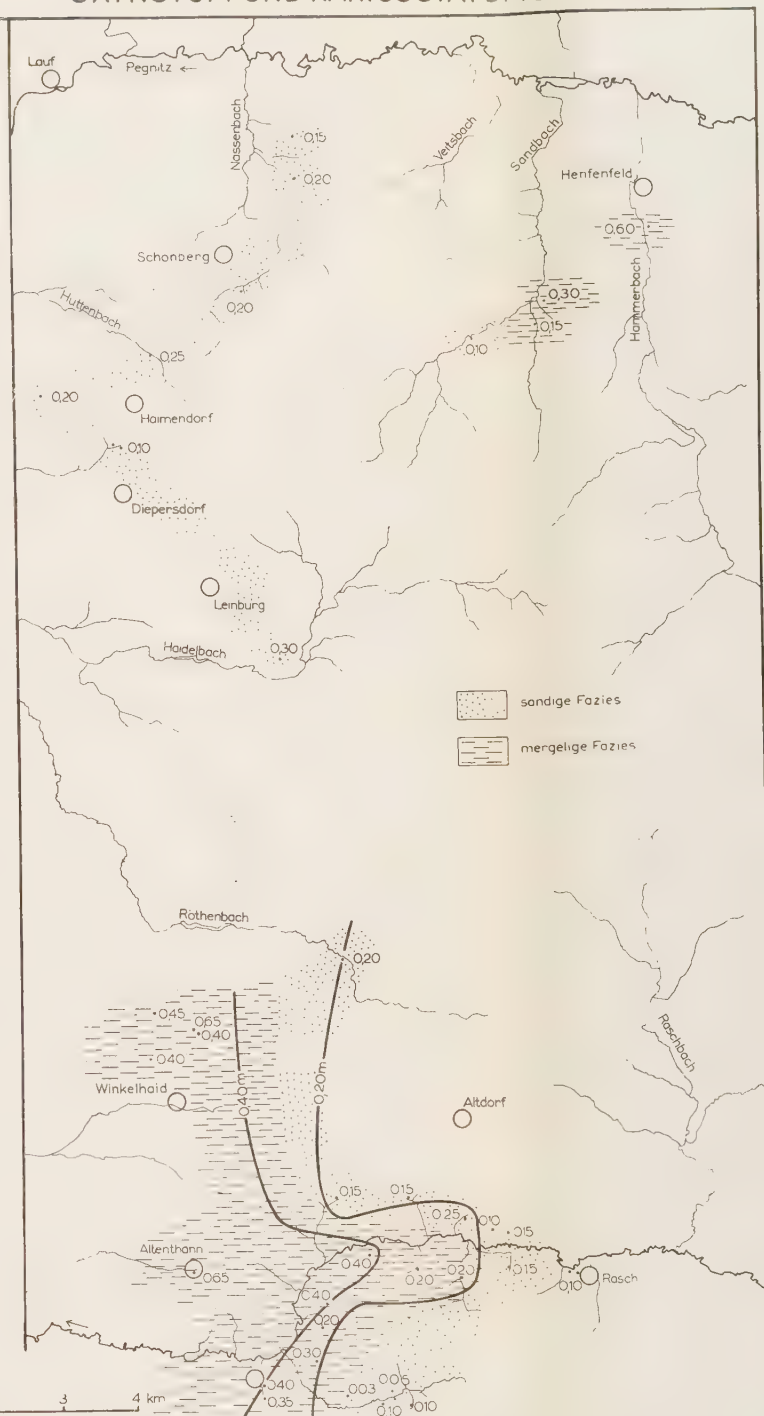


7

ARIETENSANDSTEIN-FAZIES



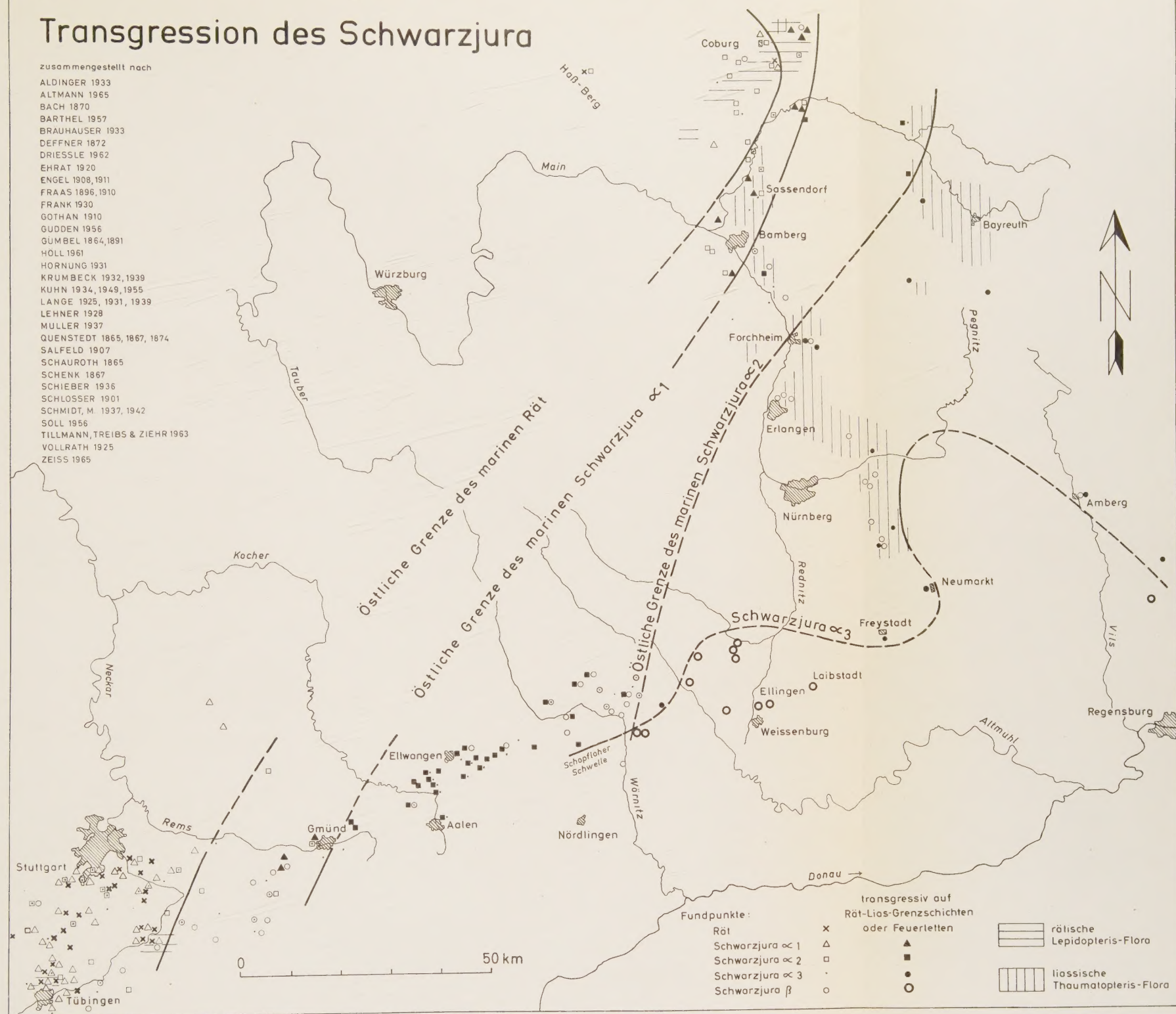
OXYNOTUM-UND RARICOSTATUMSCHICHTEN



Transgression des Schwarzzjura

zusammengestellt nach

ALDINGER 1933
 ALTMANN 1965
 BACH 1870
 BARTHEL 1957
 BRAUHAUSER 1933
 DEFFNER 1872
 DRIESSE 1962
 EHRT 1920
 ENGEL 1908, 1911
 FRAAS 1896, 1910
 FRANK 1930
 GOTHAN 1910
 GUDDEN 1956
 GUMBEL 1864, 1891
 HOLL 1961
 HORNING 1931
 KRUMBECK 1932, 1939
 KUHN 1934, 1949, 1955
 LANGE 1925, 1931, 1939
 LEHNER 1928
 MULLER 1937
 QUENSTEDT 1865, 1867, 1874
 SALFELD 1907
 SCHAUROTH 1865
 SCHENK 1867
 SCHIEBER 1936
 SCHLOSSER 1901
 SCHMIDT, M. 1937, 1942
 SOLL 1956
 TILLMANN, TREIBS & ZIEHR 1963
 VOLLRATH 1925
 ZEISS 1965



Lebenslauf

Am 4. September 1936 wurde ich in Worms als Sohn des Notars Paul Urlichs und seiner Ehefrau Irmgard Urlichs, geb. Hecht, geboren.

Vom Herbst 1942 bis Sommer 1946 besuchte ich die Volksschule in Rückersdorf/Mfr. und trat im Herbst 1946 in das Melanchthon-Gymnasium Nürnberg ein. Im Februar 1949 wechselte ich an das Neue Gymnasium in Nürnberg und im September 1951 an das Realgymnasium Nürnberg über. Dort legte ich im Juni 1956 die Reifeprüfung ab.

Vom Wintersemester 1956/57 bis zum Wintersemester 1961/62 war ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München immatrikuliert und bestand dort im Mai 1962 die Diplom-Geologen-Hauptprüfung. Seit Mai 1962 bin ich Doktorand am Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München, ferner ab Oktober 1963 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Berlin.

Meine akademischen Lehrer waren in München die Herren Professoren:

G. Angenheister, H. Beckmann, R. Dehm, H. Fehn, G. Fischer, K. v. Frisch, W. Gerlach, H. Hagn, W. Hoffmann, R. Huisgen, E. Kraus, H. Louis, K. Mägdefrau, G. Menzer, H. Merxmüller, F. Neumaier, P. Schmidt-Thomé, H.-J. Schneider, W. Weischet, E. Wiberg, W. Zeil.

